ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

RAPPORT DE PROJET
PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DE LA
MAITRISE EN GÉNIE DE LA CONSTRUCTION, PROFIL GESTION DE LA CONSTRUCTION

PAR
Thi Hong Lieu DAO

L'OPTIMISATION DE L'UTILISATION D'UNE PLATEFORME BIM DANS LA GESTION DES ÉQUIPEMENTS DE LA VILLE DE MONTRÉAL

MONTRÉAL, LE 26 AVRIL 2013 AU BUREAU DES CYCLES SUPÉRIEURS

Thi Hong Lieu Dao, 2013

Cette licence Creative Commons signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à mon directeur de projet M. Daniel Forgues pour son soutien et encouragement, pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il m'a consacré. Merci d'avoir cru en moi et de m'avoir offert l'opportunité d'entreprendre un tel projet. Merci au programme MITACS ainsi qu'à la Ville de Montréal d'avoir rendu ce projet possible et pour le soutien financier.

Je remercie également M. Dominique Dubuc et Mme Geneviève Tremblay pour leur expérience, leurs précieux conseils dans le domaine et de m'avoir permis d'approfondir mes connaissances dans un milieu de travail. Merci à M. David Marcel d'avoir été plus qu'indulgent et flexible sur les horaires de travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à M. Lafontaine pour m'avoir accompagné tout au long de mon séjour à la Ville de Montréal ainsi qu'à toute l'équipe qui a bien voulu participer aux entrevues. J'exprime ma gratitude à M. Vincent Laberge pour son aide, sa générosité et son temps.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers M. Dominic Tremblay qui a eu la gentillesse de lire et corriger ce travail.

Merci à Roberto Pace qui m'a accompagné tout au long de ce séjour avec beaucoup de patience. Il peut maintenant expliquer ce qu'est le BIM.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille et amis, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce projet

Merci à tous et à toutes.

L'OPTIMISATION DE L'UTILISATION D'UNE PLATEFORME BIM DANS LA GESTION DES ÉQUIPEMENTS DE LA VILLE DE MONTRÉAL

Thi Hong Lieu DAO

RÉSUMÉ

Le succès de l'adoption des technologies associées à la modélisation informatisée du bâtiment dépend de l'intérêt des clients à en exiger l'utilisation pour leur projet. Les clients publics, de par l'envergure de leur portefeuille de projets jouent un rôle prépondérant pour conduire ce mouvement. Cependant, ces derniers ne semblent pas saisir la valeur de l'adoption du BIM pour la gestion de leurs actifs immobiliers. Selon des études américaines et australiennes, piètre gestion de l'information en construction coûte, pour chacun de ces pays, près de 15 milliards US. Les plus fortes pertes (près du deux tiers) se retrouvent chez les propriétaires immobiliers. Le BIM pour la gestion des équipements se concentre plutôt sur le volet technologique et néglige souvent l'aspect de la gestion du changement requis pour migrer des approches traditionnelles de gestion des équipements vers des processus associés aux technologies BIM. Ce projet de recherche explore le volet organisationnel de l'implantation d'une plateforme BIM dans une municipalité. Il analyse, à l'aide de l'information recueillie à partir d'entrevues, de revues de documents et de cartographies des processus, les contraintes et défis dans l'implantation d'une telle plateforme, autant au niveau de l'harmonisation du transfert d'information des technologies en place que des changements exigés dans la culture et la structure organisationnelle.

L'OPTIMISATION DE L'UTILISATION D'UNE PLATEFORME BIM DANS LA GESTION DES ÉQUIPEMENTS DE LA VILLE DE MONTRÉAL

Thi Hong Lieu DAO

ABSTRACT

The successful use of the technologies associated to BIM depends on the interest and levels of investment that clients are willing to put into their projects. Public customers By the size of their portfolio of projects, public owners play a key role in leading this movement. However, they do not seem to grasp the value of the adoption of BIM technologies to manage their real estate assets. According to U.S. and Australian studies, the costs of poor information management in construction for each of these countries are nearly U.S. $ 15 billion. The largest losses (almost two thirds) were found among property owners. The implementation of BIM technologies for facility management focuses mostly on the technological aspect and often neglects the change management required to migrate from traditional approaches to asset management processes. This research project explores the organizational aspects of implementing a BIM platform in a municipality. Using information gathered from interviews, document reviews and mapping processes, it analyzes the constraints and challenges with the implementation of such a platform. It investigates the transfer process of information technologies in place as well as changes in the business culture and organizational structure.

TABLE DES MATIÈRES

Page

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1 PRÉSENTATION DU PROJET 3

1.1 PROBLÉMATIQUE 3
1.2 LE POTENTIEL DU RETOUR SUR INVESTISSEMENT DU BIM EN GESTION IMMOBILIÈRE 4
1.3 LE PROJET D'APPLICATION 5

CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE 9

2.1 LES DIVERSES APPLICATIONS DU BIM EN CONSTRUCITON 9
2.2 UTILISATION DU BIM EN GESTION 12

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE 17

3.1 MÉTHODOLOGIE 17

CHAPITRE 4 CONTEXTE DE LA VILLE DE MONTRÉAL 20

4.1 LA STRUCTURE DES DIRECTIONS ET LEUR MISSION 20
4.2 LES PROCESSUS 22
4.3 ANALYSE DES BESOINS ET PROPOSITION D'UNE ARCHITECTURE BIM 30
4.4 PLATEFORMES ET SOLUTIONS SUR LE MARCHÉ 34

CHAPITRE 5 SOLUTIONS ET STRATÉGIES DANS L'IMPLANTATION D'UNE PLATEFORME BIM 39

5.1 LES SOLUTIONS EN-LIGNE D'ARCHIDATA 39
5.2 DISCUSSION 42

CONCLUSION 45

RECOMMANDATIONS 47

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 49

BIBLIOGRAPHIE 51

LISTE DES TABLEAUX

Page

Table 1: Exemples de l'utilisation du BIM en gestion immobilière et des équipements.14

Table 2: Présentation de la méthodologie……19

Table 3: Plateformes sur le marché nord-américain……..36

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1-1: Coûts d'une interopérabilité inadéquate 4

Figure 2-1: Fluctuation des données graphiques et non-graphiques 12

Figure 4-1: Structure simplifiée de la Ville de Montréal 20

Figure 4-2: Processus de recherche de plan/information 23

Figure 4-3: Flux de travail/processus de gestion de projet d'envergure 25

Figure 4-4: Processus d'archivage 28

Figure 4-5: Synthèse des tâches et interrelations des données 29

Figure 4-6: Processus de recherche de plan/information employant une plateforme BIM 31

Figure 4-7: Flux de travail/processus de gestion de projet d'envergure 33

Figure 4-8: Processus de mise à jour d'un « modèle du bâtiment » 34

Figure 5-1: Types d'utilisateur 41

INTRODUCTION

Le BIM (modélisation des informations du bâtiment) est de plus en plus adopté dans l'industrie de la construction comme un outil prometteur favorisant la collaboration et l'intégration des diverses disciplines impliquées dans le projet de construction des bâtiments ou d'infrastructures. Il est vu comme une nouvelle approche pour la conception, la construction et la gestion des installations, dans lesquelles une représentation numérique du processus de construction est utilisée pour faciliter l'échange et l'interopérabilité de l'information dans un format numérique (Eastman et coll. 2008).

L'industrie canadienne affiche un retard important dans l'intégration des technologies BIM (Forgues et al. 2011) en Amérique du Nord. La source principale de ce problème est le manque d'engagement des propriétaires/donneurs d'ouvrage public canadiens à s'engager dans cette voie; la majorité des agences gouvernementales américaines a commencé à l'exiger depuis 2006. La conséquence est une amélioration notable de la qualité, de la productivité et de la performance dans la réalisation des projets de construction.

Les efforts dans l'intégration du BIM aux États-Unis se sont centrés autour de la conception et de la construction. Cependant, tel que démontré dans le rapport du NIST (Gallaher, Chapman et al. 2004), le plus grand bénéfice du BIM se trouve au niveau de la gestion des équipements. En plus de la gestion du changement, une des problématiques à laquelle font face les grands propriétaires publics américains est de se retrouver avec des modèles BIM très lourds, difficiles à mettre à jour et mal adaptés. De plus, pour la plupart, la majorité du parc immobilier est existant. L'utilisation de la numérisation laser, méthode préconisée par le « US Government Service Administration » est un processus lourd et coûteux (MCGrawHill 2009). Enfin, il existe peu ou pas de recherche à ce jour qui documente ces problématiques. Dans la littérature, plusieurs cadres de travail et modèles d'implantation du BIM dans les projets de construction (de toutes sortes d'envergures et de

complexités) sont proposés. Cependant, la majorité des travaux se concentrent dans le design et la construction de nouveaux bâtiments. Peu de cas sont recensés et étudiés lorsqu'il s'agit de bâtiments existants et surtout concernant la gestion de la maintenance et des opérations du bâtiment livré.

La gestion immobilière et le maintien d'actifs opèrent dans un environnement où l'importance des plans « tels que construits » et des détails de construction est extrêmement grande et la documentation de l'historique des interventions sur les composantes du bâtiment est primordial. Plusieurs autres facettes de la gestion immobilière requièrent également ces données pour la prévention et la planification des travaux futurs. Le BIM pourrait fournir les données complètes sur les équipements (les paramètres de fonctionnement, les données d'utilisation, les données prévisionnelles, l'historique, les prix de remplacement, les liens avec les fournisseurs) sous une représentation 3D facilitant l'organisation et la visualisation des liens entre les différentes composantes et les données. Ainsi, les gestionnaires d'équipements pourraient utiliser le BIM comme un outil pour la cueillette de données d'utilisation, pour la préparation des calendriers de maintenance, pour la gestion des opérations journalières et pour la planification de l'approvisionnement.

CHAPITRE 1

PRÉSENTATION DU PROJET

1.1 Problématique

Le manque de compréhension des outils BIM pour la gestion immobilière dans le domaine municipal est un grand enjeu dans l'implantation d'une plateforme BIM au sein de l'entreprise. En effet, les outils BIM renferment, entre autres, un cadre de travail et de collaboration accrus entre les divers intervenants en gestion immobilière et en gestion des équipements. L'implantation d'une telle plateforme nécessite un grand engagement et un haut niveau de collaboration et de communication de la part de tous les intervenants dans les diverses phases du bâtiment (de la construction à l'exploitation).

Additionnée à cela, la difficulté du propriétaire immobilier à gérer son parc avec des outils traditionnels (tel que les systèmes d'information FM (Facility Management), les systèmes informatisés de gestion de la maintenance (GMAO), les systèmes électroniques de gestion des documents (EDMS), la gestion de l'énergie des systèmes (EMS) et les systèmes d'automatisation du bâtiment (BAS)) fait en sorte que ces données sur le bâtiment sont souvent incompatibles; il est donc difficile d'obtenir une intégration adéquate et une information pertinente et complète.

Le plus grand défi des propriétaires immobilier est la capacité de définir clairement le format des informations « tel que construit » qui alimentera les données nécessaires à l'exploitation et à la maintenance du bâtiment tout au long de son cycle de vie. Cette définition devrait être incluse dans les conditions du contrat de construction et préciserait le transfert d'un modèle de bâtiment virtuel qui aura été mis à jour tout au long du processus de construction. Cette maquette numérique du bâtiment devrait être une représentation exacte en 3D du bâtiment contenant les informations utilisables à l'entretien et aux opérations du bâtiment.

1.2 Le potentiel du retour sur investissement du bim en gestion immobilière

Une étude sur les coûts de l'interopérabilité du NIST (2004) aux États-Unis a démontré que la perte en productivité et en efficacité résulte en une interopérabilité inadéquate et une fragmentation dans l'industrie de la construction. En effet, cette étude a démontré que le coût d'une interopérabilité inadéquate se chiffre à 15.8 milliards de dollars (en 2004) et que les deux tiers de ces coûts se rapportent aux opérations et à la maintenance du bâtiment (voir figure 1). Ces coûts seraient la résultante de :

(1) la nature fragmentée de l'industrie de la construction et du grand nombre de petites firmes tardant à entreprendre un virage technologique;
(2) l'incapacité de gérer les activités en amont dans le processus de conception et de construction
(3) le mauvais transfert des données « tel-que-construit » et de standardisation à l'étape de l'opération du bâtiment
(4) l'inefficience de la gestion du processus d'affaire.

Figure 1-1: Coûts d'une interopérabilité inadéquate
Source: NIST (2004)

Table ES-2. Costs of Inadequate Interoperability by Stakeholder Group, by Life-Cycle Phase (in $Millions)

Stakeholder Group	Planning, Design, and Engineering, Phase	Construction Phase	Operations and Maintenance Phase	Total
Architects and Engineers	1,007.2	147.0	15.7	1,169.8
General Contractors	485.9	1,265.3	50.4	1,801.6
Specialty Fabricators and Suppliers	442.4	1,762.2	—	2,204.6
Owners and Operators	722.8	898.0	9,027.2	10,648.0
Total	**2,658.3**	**4,072.4**	**9,093.3**	**15,824.0**

Source: RTI estimates. Sums may not add to totals due to independent rounding.

Plusieurs milliards de dollars sont perdus annuellement dans le monde à cause des problèmes d'interopérabilité entre les logiciels de conception, de construction et de gestion immobilière. La rénovation, la modernisation, la réhabilitation et la construction des équipements chez les grands propriétaires publics n'y échappent pas. Le BIM semble être un outil prometteur, ayant toutefois ses limites, qui pourrait adresser ce problème tout en répondant aux besoins de toutes les parties prenantes tout au long du cycle de vie de ces équipements (de la conception en passant par la réalisation et la maintenance).

Une gestion plus constante de l'information et une meilleure coordination et collaboration à travers le processus de conception, de réalisation, de planification et de contrôle des projets de construction aide à mieux visualiser les projets, à évaluer les risques et à prendre les décisions. La documentation qui sera générée sera plus pertinente et répondra davantage aux besoins des divers intervenants.

1.3 Le projet d'application

En collaboration avec les entreprises, le gouvernement et les universités, Mitacs-Accélération est le programme de stage de recherche du Canada. Les projets MITACS-ACCÉLÉRATION offrent à des étudiants de cycles supérieurs d'effectuer un stage en entreprise. Ce programme permet aux stagiaires de mettre en pratique leurs connaissances théoriques en situation réelle. Les entreprises pour lesquelles ces stagiaires travaillent bénéficient pour leur part d'un avantage concurrentiel tangible en ayant accès à une expertise en recherche de haut niveau (MITACS 2011).

Le premier partenaire, la Ville de Montréal, gère un important parc immobilier; celui-ci souhaite améliorer sa gestion immobilière et sa gestion des équipements. La plateforme qui a été identifiée comme la plus prometteuse pour adresser les problématiques énoncées précédemment est celle développée par ArchiDATA, le second partenaire au projet. ArchiDATA est une firme québécoise qui innove dans le domaine des plateformes informatiques supportant la gestion des espaces et des équipements. Cette firme a développé

de nouvelles approches d'organisation et de gestion de l'information reliée à la gestion des espaces et des équipements.

Cette étude propose une utilisation des principes et technologies basés sur le BIM pour optimiser les processus en matière de maintenance et d'opération dans le cycle de vie du bâtiment pour, ultimement, améliorer la gestion du parc immobilier de la Ville de Montréal. Ainsi, l'étude contribuera à la Ville de Montréal dans l'amélioration et l'automatisation de la gestion de son parc immobilier, avec comme retombées escomptées une réduction des coûts associée à une meilleure qualité de service et à ArchiDATA en lui fournissant des données indépendantes sur le positionnement de ses technologies ainsi que sur leur intégration dans des cadres administratifs publics, un marché potentiel important pour cette firme.

L'objectif principal du projet est de développer et de proposer un environnement et un flux de travail favorisant l'intégration des données et des processus dans la gestion des immeubles dans une grande municipalité basée sur les principes du BIM en optimisant l'interopérabilité entre les logiciels et les systèmes. Le projet se concentrera sur les opportunités et les obstacles avec l'application du BIM dans la gestion des équipements et des espaces, tout en tenant compte du contexte de l'organisation partenaire et de l'innovation technologique émergente. L'implantation d'une telle technologie peut demander des changements au niveau de l'organisation du travail dans la gestion du parc immobilier et dans sa relation et sa collaboration avec les autres intervenants. L'implantation du BIM peut renfermer une multitude d'obstacles dans une organisation qui présente une résistance envers le changement des manières de procéder.

Cette étude vise à explorer le volet organisationnel de l'implantation d'une plateforme BIM dans une municipalité. Il analyse, à l'aide de l'information recueillie à partir d'entrevues, de revues de documents et de cartographies des processus, les contraintes et défis autant au niveau de l'harmonisation du transfert d'information des technologies en place que des changements exigés dans la culture et la structure organisationnelle.

Tout d'abord, une revue de littérature sera présentée afin de faire un bref survol sur le BIM, le BIM en gestion immobilière et les solutions existantes sur le marché. Ensuite, il est primordial d'évaluer l'état actuel de l'organisation désirant adopter le BIM dans ses opérations. Une méthodologie sera présentée afin d'expliquer les différentes étapes et approches empruntées. La présentation des données et l'analyse des différentes directions en terme de processus seront illustrées. Les besoins en matière de gestion du bâtiment serviront de critères afin d'identifier quelles sont les solutions et stratégies à adopter lors de l'implantation d'une plateforme BIM. Pour terminer, des recommandations en lien avec les pratiques et les processus du 2e partenaire (ArchiDATA) constitueront le but final de la recherche qui est de proposer une approche optimale dans l'utilisation chez un client public des technologies basées sur le BIM.

CHAPITRE 2

REVUE DE LITTÉRATURE

Comme mentionné plus tôt, le BIM est présent durant toutes les phases du cycle de vie du bâtiment. Cependant, les recherches et avancées technologiques se situent principalement en phase de construction. Un survol des diverses applications du BIM tente de mettre l'accent sur les informations et les données produites lors des différentes modélisations et utilisations du BIM à travers les phases de construction. Il est nécessaire pour les propriétaires immobiliers et les donneurs d'ouvrage de bien saisir l'importance de leur implication durant toutes les phases du cycle de vie du bâtiment, tout particulièrement lors de la production des données (en préconception, en conception et en construction) afin de distinguer les données à conserver et à maintenir à jour de celles destinées strictement à une tâche ponctuelle lors de la construction du bâtiment.

2.1 Les diverses applications du bim en construciton

Plusieurs industries comme celles de l'automobile, de l'aéronautique et de la construction navale s'investissent déjà dans l'usage stratégique de la technologie de l'information dans leurs processus d'affaire (Clark et coll. 1999). Ainsi, ceux-ci ont remarqué, entre autres, une réduction des coûts d'opération et une augmentation de la productivité. On peut discerner plusieurs similarités entre ces industries et celle de la construction. De ce fait, le BIM renferme des concepts et des pratiques rappelant celles déjà mises en œuvre dans ces industries. Le BIM « est une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un établissement » (BuildingSMART, 2012). Le «Building Information Modeling » est le développement et l'utilisation d'un outil de modélisation pour simuler la construction et la gestion des opérations de maintenance d'un bâtiment. Le modèle qui en résulte, le Building Information Model, est riche en données, composé d'objets ayant un lien relationnel entre eux. Pour faire un bref survol des concepts et caractéristiques du BIM, voici quelques points essentiels;

- tout objet dans le modèle possède des propriétés prédéfinies; par exemple le code produit d'un fabricant, le coût, la date du dernier entretien, etc.;
- L'information est intégrée; l'objectif du modèle consiste à détenir toutes les informations pertinentes dans un référentiel unique, d'assurer la cohérence, l'exactitude et l'accessibilité des données;
- La cohérence dans les données : les données sont exactes, les doublons sont éliminés.
- L'intelligence dans le modèle, par exemple :

  (1) les fenêtres sont automatiquement liées aux murs et ne peuvent être situées ailleurs.

  (2) Un tableau de distribution fait partie d'un réseau logique de circuits, est géométriquement décrit et est situé spatialement dans une chambre à un étage précis du bâtiment.

  (3) Une modification de la hauteur d'un mur mettrait à jour automatiquement les relations, les quantités, etc.

Conception, simulation et estimation

Plusieurs recherches et beaucoup d'effort dans les phases de préconception et de conception en construction ont vu le jour durant ces dernières années. Les aspects tels que l'élaboration des codes et des standards de modélisation, l'interopérabilité des logiciels et des systèmes utilisés, la programmation des espaces et l'organisation des données requises pour les divers types de simulations sont les sujets principaux en recherche et développement en BIM (Sanguinetti P. et al., 2012). Ces efforts visent un travail collaboratif accru afin de bien coordonner et de mener à terme le projet de construction. L'usage du BIM à cette étape favorise non seulement une meilleure simulation énergétique du bâtiment mais contribue également à effectuer l'estimation des coûts (reliés aux matériaux et composantes ainsi qu'en consommation d'énergie) et à l'extraction des quantités. Ainsi, le modèle BIM permet à la fois une vision globale du projet, un accès et une visualisation des éléments détaillés et spécifiques du bâtiment et ce, à travers les divers intervenants impliqués durant cette phase.

Planification et gestion de projet

Dans la même veine d'idée qu'en phase de conception; les données accumulées, stockées et organisées préalablement serviront à la planification du projet de construction et à la gestion de son avancement. L'aspect temporel de chaque composante modélisée du bâtiment alimentera la coordination et l'enchainement des tâches, facilitant l'organisation et la productivité du projet de construction. Dans cette phase, le retour en arrière, les addendas et les changements peuvent être suivi et analysé au fur et à mesure que le projet avance. La documentation et les données non-graphiques seront un élément important à incorporer dans le modèle BIM. Si le modèle BIM est entretenu adéquatement durant la phase de construction, celui-ci pourra être utilisé par le propriétaire immobilier pour gérer et exploiter le bâtiment livré (Furneaux, C. et Kivvits R., 2008). Un tel modèle serait également une valeur ajoutée lors de la vente du bâtiment.

Préfabrication

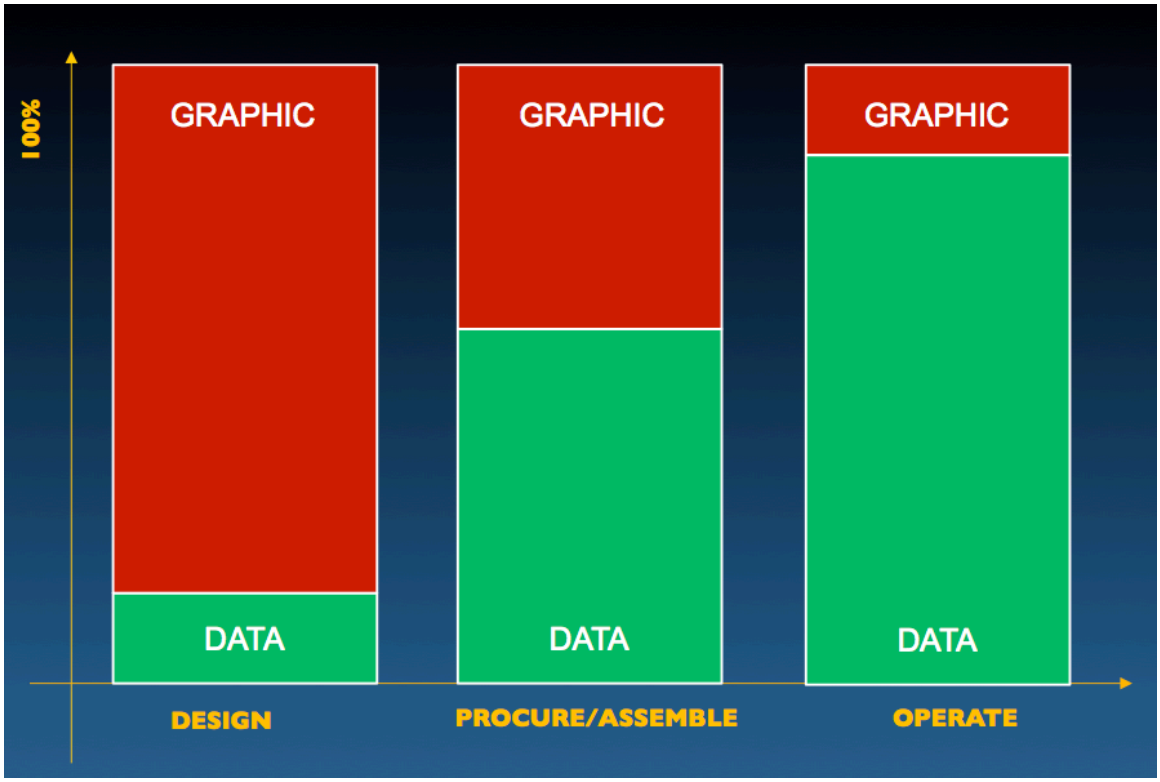
L'usage du BIM en préfabrication des composantes du bâtiment est une méthode semblable à celles mentionnées précédemment (industries navale, aéronautique, automobile). En effet, plusieurs éléments structurels (tels que les colonnes, les poutres et les dalles de plancher) peuvent être modélisés et assemblés en 3D permettant ainsi une meilleure productivité (Kang J., Ganapathi A., 2012). Par exemple, la préfabrication des dalles de plancher en béton précontraint et leur assemblage sont facilités par l'usage d'une technologie du BIM en ce qui a trait à une nouvelle installation et au remplacement de ces composantes (Heilmeir B., Klebl G., 2012). De ce fait, en employant une technologie de l'information de pointe comme celle-ci, les intervenants ont remarqués une meilleure qualité et une réduction de la charge du travail. De plus, en employant la technologie du BIM, deux processus principaux dans l'organisation du travail ont été améliorés dont celui de la conception de l'élément précontraint et la planification de la production.

Comme souligné précédemment, il est important pour les propriétaires immobiliers et les donneurs d'ouvrage de bien saisir l'importance de leur implication durant toutes les phases du cycle de vie du bâtiment : les différentes composantes du bâtiment y sont modélisées et une partie cruciale de l'information non graphique (manuel d'utilisation, lettre de garantie, devis, fiches techniques, etc.) s'y grefferont : ce sont des données qui devront être transférées lors de la livraison du bâtiment et seront consultées massivement lors de son exploitation.

L'une des grandes difficultés rencontrées est de pouvoir passer de beaucoup de données graphiques et peu de données non-graphiques à peu de données graphiques et beaucoup de données non-graphiques (voir figure 2). Par ailleurs, le maintien de l'équilibre entre ces deux types de données ainsi que la capacité de gérer ces types de données parallèlement et de façon intégrée représente un grand défi.

Figure 2-1: Fluctuation des données graphiques et non-graphiques

Source : Partridge R.A. 2012



2.2 Utilisation du bim en gestion

Très peu de cas sont recensés et mis à l'étude pour tester les bénéfices et les retombées de l'utilisation du BIM en gestion de la maintenance et des opérations dans les processus d'affaire d'une entreprise. Ainsi, trois cas ont été étudiés afin d'extraire les difficultés et les facteurs de succès dans l'utilisation du BIM en gestion immobilière et l'exploitation du

bâtiment. Les trois cas comportent des éléments et une complexité similaires à ceux de la Ville de Montréal.

Université de Montréal

Totalisant près de 9 millions de pieds carrés répartis dans 115 bâtiments, le cas de l'Université de Montréal démontre une bonne pratique dans l'intégration et la diffusion des données du bâtiment à travers les divers intervenants. En effet, l'équipe de gestion des immeubles a opté pour une solution intégrée de gestion du bâtiment, de plans et de documents à travers une plateforme BIM basée sur le web. Cette solution suggère de hiérarchiser les informations en extrayant les données directement des plans CAD. Cette pratique a permis, entre autre, de retrouver rapidement un plan « Maître » et de visualiser les différentes composantes du bâtiment (composantes électriques et mécaniques, numéros de portes, équipements informatiques) selon les étages et les locaux. De plus, l'accès aux données s'effectue en-ligne, via le web, et est contrôlé par différents niveaux d'accès selon le type d'intervenant. L'utilisation de la plateforme ne se limite plus à la direction des immeubles de l'Université; celle-ci est désormais déployée jusqu'au service de la prévention et de la sécurité, à la DGTIC, à l'équipe de gestion de projet et même chez les professionnels externes (architectes et ingénieurs) (ArchiDATA, 2013).

Sydney Opera house

Résultat d'une initiative collaborative entre un organisme public, le gouvernement et plusieurs intervenants privés, le cas de l'Opéra de Sydney renferme également plusieurs éléments importants dans la gestion immobilière, des équipements et de la planification des activités basée sur la technologie du BIM. Puisque le bâtiment est complexe et que les informations disponibles, elles, sont en format papier, la conversion des informations en données électroniques a permis d'obtenir une information intégrée des différentes salles de spectacles, d'aires communes et de ses composantes (superficies et types de finis de plancher et de murs, nombre et types de portes et de fenêtres, visualisation 3D). Un calendrier de maintenance et d'entretien a pu être extrait de ces informations tout en tenant compte des différentes plages horaires de représentations et d'événements culturels. Plusieurs scénarios

ont pu être élaborés autant pour l'achalandage des diverses représentations que l'entretien et le nettoyage dans les nombreuses salles ainsi que l'affectation du personnel (CRCCI, 2007).

Table 4: Exemples de l'utilisation du BIM en gestion immobilière et des équipements

	Université de Montréal	**Opéra de Sydney**	**MediaCity UK**
Services	• Direction des immeubles • Prévention et sécurité • DGTIC • Gestion de projet	• Maintenance du bâtiment • Maintenance des actifs • Sécurité • Gestion de projet	• Maintenance des actifs • Sécurité • Gestion de projet • Gestion du personnel
Spécificité des bâtiments	9 000 000 pi2, 115 bâtiments	485 000 pi ^{2}, bâtiment très complexe	1 500 000 pi ^{2}
Logiciel de modélisation	ArchiDATA, Revit, Solibri	Bentley Microstation, ARUP, Archibus, Rambyg, Ryhti	Revit
Type de données	Plans 2D, modèles 3D, documents	Plans 2D, documents et manuels d'utilisation	Modèles 3D, calendrier
Type de gestion recherché	• Gestion de projet, • gestion de la maintenance • l'occupation de l'espace	• Gestion de projet • calendriers d'évènements • occupation de l'espace • performance énergétique • maintien d'actif	• Projet de relocalisation • gestion des processus, • planification des calendriers • inventaires des équipements • occupation des espaces.
Niveau de détails	Ensemble des bâtiments, locaux (noms et vocations), # de portes, zones de couverture sans-fil, amiante, scénarios, mobiliers, éléments électriques, mécanique, documents et dessins techniques	Zones et locaux, composantes du bâtiment, calendriers, éléments électriques, mécaniques, documents et dessins techniques, performance du bâtiment, location des espaces	Zones, espaces fonctionnels, locaux (noms et vocations), places, objets (équipements et mobilier), composantes du bâtiment, chemin pour le transport

MediaCity UK

Contrairement aux deux exemples précédents, le cas du MediaCity UK est un exemple de gestion dans un nouveau bâtiment. Il s'agit ici d'une nouvelle construction de 1,5 millions de pieds carrés destinée à recevoir la faculté des arts et médias de l'Université Salford ainsi que les studios de la BBC. Le défi n'était donc pas de remodéliser le bâtiment mais de planifier et mettre en œuvre le déménagement de la faculté tout en maintenant les activités quotidiennes de celle-ci. L'optimisation des plages horaires et l'allocation d'espace recevant le mobilier, les équipements lourds et spécialisés ainsi que la relocalisation du personnel ont été effectué à l'aide du logiciel de modélisation Revit.

Plusieurs bénéfices de l'utilisation des technologies du BIM en matière de gestion ont été démontrés; entre autre dans l'économie de temps pour la recherche de données et surtout dans l'exactitude des données reliées aux bâtiments et leurs composantes. Cependant, ces solutions requièrent une grande implication et une volonté dans l'organisation et la structure d'une entreprise. Le facteur humain joue un rôle important dans le maintien et le succès d'une telle implantation. La technologie du BIM doit, en premier lieu, faciliter le travail des employés mais également ne pas imposer un changement radical dans les manières initiales de fonctionner de l'entreprise et de ses employés. Ainsi, l'entreprise doit favoriser un alignement stratégique (Henderson et Venkatraman, 1993) qui se doit d'élaborer une structure organisationnelle adaptée pour le support à la mise en œuvre d'une implantation TI.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

3.1 Méthodologie

La méthodologie préconisée est :

A) Celle des études de cas (Yin 2003). Yin définit une méthode rigoureuse pour la conception d'études de cas, qui servira au développement du protocole de recherche ainsi que de méthode de validation des données : triangulation des sources (revue de littérature, observations et entrevues). La revue de littérature aidera à orienter les questions d'entrevues et à cibler les personnes concernées. Ainsi, la revue de littérature portant sur le BIM, plus particulièrement dans les gouvernements et la gestion immobilière a été effectuée plus tôt. Les observations et entrevues seront couvertes dans le prochain chapitre. Cette étude pourra alimenter l'hypothèse que l'implantation du BIM améliore le rendement (processus/workflow) de la gestion immobilière.

B) Les méthodes développées par Walton (1989) seront utilisées pour faire l'analyse du contexte d'affaires; Walton a établi une approche en trois phases pour l'implantation des technologies de l'information (TI) : (1) générer le contexte pour les TI; (2) concevoir le système; (3) mettre le système en pratique. Il identifie trois éléments critiques pour le succès d'une implantation soit (1) l'alignement; (2) l'engagement, le support et l'appropriation par les usagers; (3) la compétence et la maîtrise du système par ces derniers.

Cette approche aidera à faire ressortir une ligne directrice pour l'implantation la plus appropriée aux besoins actuels et futurs du client, ainsi;

- Des questionnaires de types ouverts seront utilisés et plutôt que des sondages
- Les entrevues seront analysées pour la cartographie des processus
- La cartographie des processus actuels et proposés sera réalisée en utilisant les approches de réingénierie (Davenport 1993). Davenport indique que les TI

> peuvent être utilisés pour automatiser les processus existants, mais que l'application des TI comme moteurs pour repenser les processus existants offre des bénéfices beaucoup plus importants (workflow et flux d'information).

Afin de comprendre le contexte d'affaires de la municipalité, une étude de cas se concentrant principalement sur les activités et processus de deux directions au sein du Service de la Concertation des Arrondissements et des ressources matérielles et roulantes de la municipalité ainsi que la Direction des services administratifs et du greffe au sein de deux différents arrondissements a été effectuée.

Une observation d'une durée de 4 mois à concurrence de deux journées par semaine a été effectuée dans les bureaux de la municipalité. Quatre « focus groups » d'une durée de 90 minutes impliquant 2 différents intervenants chaque fois ainsi que 14 entrevues semi-dirigées d'une durée moyenne de 90 minutes ont été conduits. 22 personnes ont participé et trois personnes ont refusé notre invitation. Un questionnaire doté de vingt questions visant à collecter les informations selon divers aspects a permis de comprendre l'environnement de travail actuel. Par exemple:

(1) L'identification du rôle de chaque intervenant;
(2) La connaissance de la mission et des objectifs de chaque direction et arrondissement;
(3) Les besoins;
(4) Les méthodes et systèmes de gestion de données et de l'information;
(5) Les liens entre les divers intervenants internes et externes.

Les documents examinés comprennent les divers répertoires sur le réseau de la municipalité, les différents systèmes mis à disposition des employés, les salles d'archives contenant les plans et devis, les contrats et mandats, les documents d'audit des bâtiments, les différents rapports et études de laboratoire ainsi que les manuels d'entretien.

Table 5: Présentation de la méthodologie

Méthode de recherche	Entretiens semi-dirigés	Étude documentaire	Observation sur le site
Nombre et nature	4 « focus group » et 14 entretiens	Documents internes	Présence dans l'entreprise
Directions et fonctions concernés	-DSTI -DI -2 Arrondissements	-DSTI	-DSTI
Dates et échéances	février à avril 2012	janvier à avril 2012	janvier à avril 2012
Sources des données	- 2 « focus group » avec un gestionnaire immobilier et un technicien en architecture - 2 « focus group » avec un ingénieur chef et un technicien en architecture - 1 entretien avec un architecte spécialisé en sécurité et normes en vigueur du bâtiment - 3 entretiens avec des techniciens en géomatique et en architecture - 3 entretiens avec des gestionnaires immobiliers - 3 entretiens avec des chefs de section en maintenance et entretien - 2 entretiens avec des spécialistes en TI - 2 entretiens avec des officiers de sécurité	- L'Audit du bâtiment - Divers documents sur les procédures et les processus pour les mandats, pour les contrats et les études de projet de construction	- Consultation de la base de données et des répertoires de la DSTI et la DI
Analyse des données	Illustration des flux à l'aide de LucidChart	Mémos et fiches de synthèse	Mémos et fiches de synthèse

CHAPITRE 4

CONTEXTE DE LA VILLE DE MONTRÉAL

Cette section vise à comprendre la structure de la Ville de Montréal, les responsabilités et les besoins ainsi que les interactions entre les différentes directions. Trois processus seront illustrés afin de comprendre les flux de travail et de données de la structure actuelle.

4.1 La structure des directions et leur mission

Puisque la municipalité est d'envergure et que son parc immobilier est important, la complexité de la gestion de ce dernier y est accrue. Afin d'illustrer les processus et de comprendre les diverses interactions entres les directions, il est de mise de bien cerner la structure de l'organisation et des différentes missions propres à chaque direction.

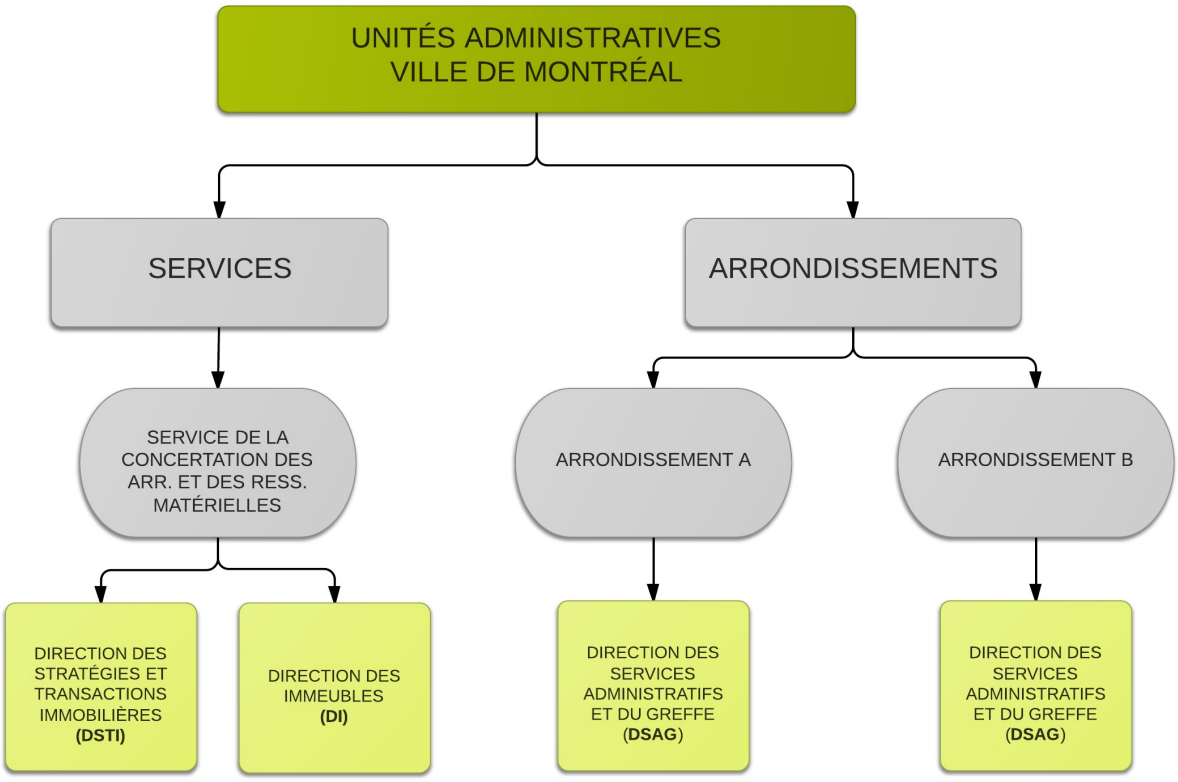

UNITÉS ADMINISTRATIVES
VILLE DE MONTRÉAL
SERVICES
ARRONDISSEMENTS
SERVICE DE LA CONCERTATION DES ARR. ET DES RESS. MATÉRIELLES
ARRONDISSEMENT A
ARRONDISSEMENT B
DIRECTION DES STRATÉGIES ET TRANSACTIONS IMMOBILIÈRES (DSTI)
DIRECTION DES IMMEUBLES (DI)
DIRECTION DES SERVICES ADMINISTRATIFS ET DU GREFFE (DSAG)
DIRECTION DES SERVICES ADMINISTRATIFS ET DU GREFFE (DSAG)

Figure 4-1: Structure simplifiée de la Ville de Montréal

La Direction des Stratégies Immobilières (DSTI) gère les biens immobiliers de la municipalité (1450 bâtiments). Celle-ci agit à titre de propriétaire (propriétaire usager et propriétaire locateur) du parc et s'occupe principalement des projets de construction d'envergure (les rénovations, les améliorations et les agrandissements touchant les bâtiments existants), analyse les propositions de constructions futures et les planifie. De plus, dans plusieurs cas, cette direction agit également à titre de locataire. Ainsi, plusieurs types d'activités sont reliés à la gestion du bien immobilier selon le rôle que cette direction détient envers le bâtiment (propriétaire occupant, propriétaire locateur et locataire).

(1) Propriétaire occupant et propriétaire locateur (de 1450 immeubles):

a) Assurer la santé et sécurité des occupants et des usagers de ses bâtiments et installations;
b) Assurer la qualité et la et sécurité de ses bâtiments, de ses installations et de ses équipements;
c) S'assurer du respect des politiques et objectifs dictés par le Conseil municipal
d) Agir en gestionnaire responsable en appliquant de saines pratiques de gestion
e) Assurer la pérénnité de l'actif immobilier des contribuables.

(2) Locataire (dans 280 immeubles) : Aménage l'espace et assure l'entretien

La mission de la Direction des Stratégies immobilières est de:

a) Rendre disponibles aux services et aux arrondissements de la Ville les immeubles dont ils ont besoin pour remplir leur mission respective, tout en assurant l'administration municipale que ce parc immobilier soit compétitif dans le marché;
b) Fournir à l'administration municipale des recommandations visant une gestion intégrée et optimale du parc immobilier de la Ville;
c) Donner suite aux décisions municipales en matière d'achat, de vente, de location, de rénovation et de construction d'immeubles pour subvenir aux besoins des services et arrondissements;

d) Conseiller les arrondissements en matière de gestion de leur parc immobilier.

La Direction des Immeubles (DI) maintient les bâtiments en exploitation. La mission de celle-ci est de fournir des services immobiliers aux services corporatifs, d'agglomération et aux arrondissements. Elle vise à maintenir et à rehausser la qualité du parc immobilier, à développer et mettre en œuvre des stratégies pour l'entretien, prioriser l'efficacité énergétique, intégrer les pratiques du développement durable et maintenir une expertise spécialisée en exploitation du bâtiment.

La Direction des services administratifs et du greffe (DSAG) regroupe plusieurs activités reliées à la gestion interne de l'Arrondissement. Celle-ci voit à la gestion des documents et à la conservation des archives, à la gestion de l'occupation de l'espace et de son aménagement, s'occupe des projets de construction de petite envergure, planifie et effectue les travaux et l'entretien du bâtiment.

4.2 Les Processus

Plusieurs processus et méthodes de travail touchant la gestion du bâtiment ont été identifiés au sein de chaque direction. D'ailleurs, malgré le fait que ces trois directions opèrent différemment, plusieurs processus semblables ont été identifiés. Cependant, pour les fins d'analyse, trois processus ont été étudiés vu leur présence au sein des directions. Ces processus sont des processus-clé au niveau de la gestion de l'information; l'intention est d'étudier ces processus dans le but de centraliser l'information et rendre graphique les données. Le premier processus illustre le début du projet en terme de recherche de données. Le deuxième processus illustre le projet de construction et le transfert des responsabilités. Enfin le dernier processus illustre l'archivage du projet livré. Ces processus sont des exemples illustrant plusieurs étapes et outils concernant les données du bâtiment ainsi que le flux de travail entre les directions concernées.

Premièrement, on peut noter dans le schéma (voir figure 4.2) que la recherche d'information contient plusieurs étapes superflues afin de trouver une donnée autant générale

(l'emplacement du bâtiment) que spécifique (plan d'étage, plan de local, des études de faisabilité, des tests de sol) touchant le bâtiment. Deuxièmement, l'utilisateur doit passer par plusieurs médiums et outils afin de parvenir à obtenir l'information recherchée. Ainsi, l'usager est soumis à une courbe d'apprentissage s'étalant sur une longue période vu la variété des systèmes présents.

De plus, même si l'information est trouvée, la validation cette information demeure une étape obligatoire. En effet, selon les résultats des entrevues, lorsque l'information nécessaire est enfin trouvée, elle doit obligatoirement être soumise dans un processus de validation car l'information est automatiquement considérée comme n'étant pas mise à jour, donc incomplète et parfois, non pertinente.

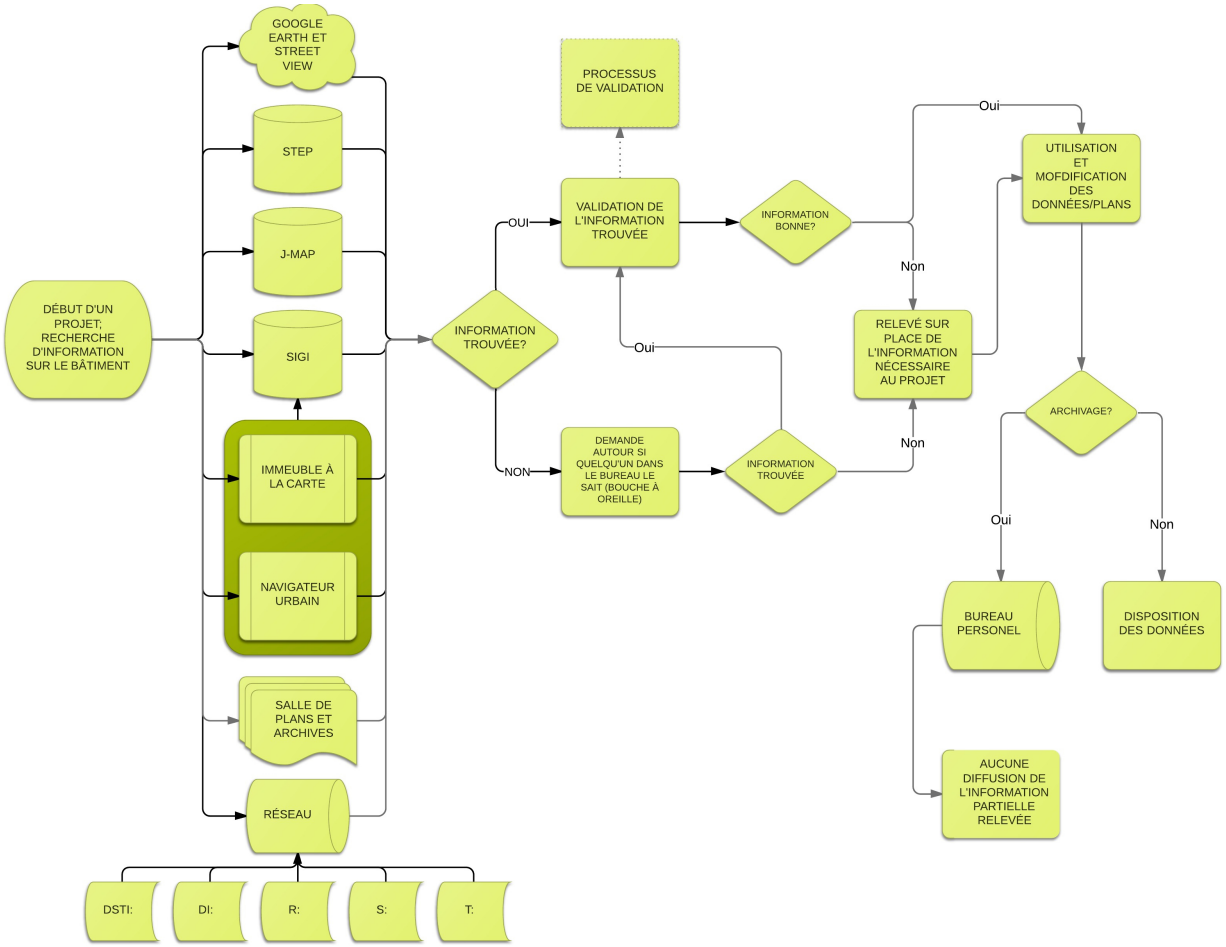


Figure 4-2: Processus de recherche de plan/information

Lorsque l'information est inexistante, l'usager doit effectuer un relevé in situ afin de recueillir les informations du bâtiment nécessaires à son travail. Cependant, il y a une limite concernant le niveau de détails et la nature des informations; les installations mécaniques et électriques (ce qui se trouve derrière les murs) est inaccessible. De plus, lorsque ces relevés sont effectués, ceux-ci ne sont pas systématiquement archivés de manière à ce que cette information soit disponible et connue de tous. Ceci est dû en partie à la structure mise en place où il est difficile, voir quasi impossible d'enrichir les informations déjà présentes.

Par exemple, monsieur X recherche de l'information sur la façade d'une caserne de pompier et sur les derniers travaux apportés à la porte de garage. Il ouvre d'abord l'interface « D'Immeuble à la carte » et effectue la recherche par nom de bâtiment. Il sélectionne le lien qui le dirige vers un dossier du numéro de bâtiment dans un répertoire du réseau (celui de la DSTI) qui contient certains plans d'architecture; il se voit obligé d'ouvrir tous les plans de ce dossier pour trouver l'information recherchée. Ne trouvant pas tout ce qu'il recherche, il décide d'explorer le répertoire de la DI en retenant le numéro de bâtiment obtenu lors de sa première recherche. Il trouve donc des plans (de façades et de fenêtres) et des détails de la porte de garage appartenant au même bâtiment mais à des projets différents. Il décide donc de rechercher des photos actuelles du bâtiment en utilisant Google Earth et Google Street view car il se dit que ces informations seront plus à jour. Cependant, il doit admettre certaines informations obtenues sont exactes mais d'autres ne le sont pas du tout et qu'il sera nécessaire pour lui d'appeler le personnel sur place pour obtenir de l'information ou même se présenter lui-même directement pour y effectuer un relevé. Il est désormais normal de remettre en question l'information trouvée. La situation décrite précédemment n'en est pas une d'exception et constitue plutôt la règle.

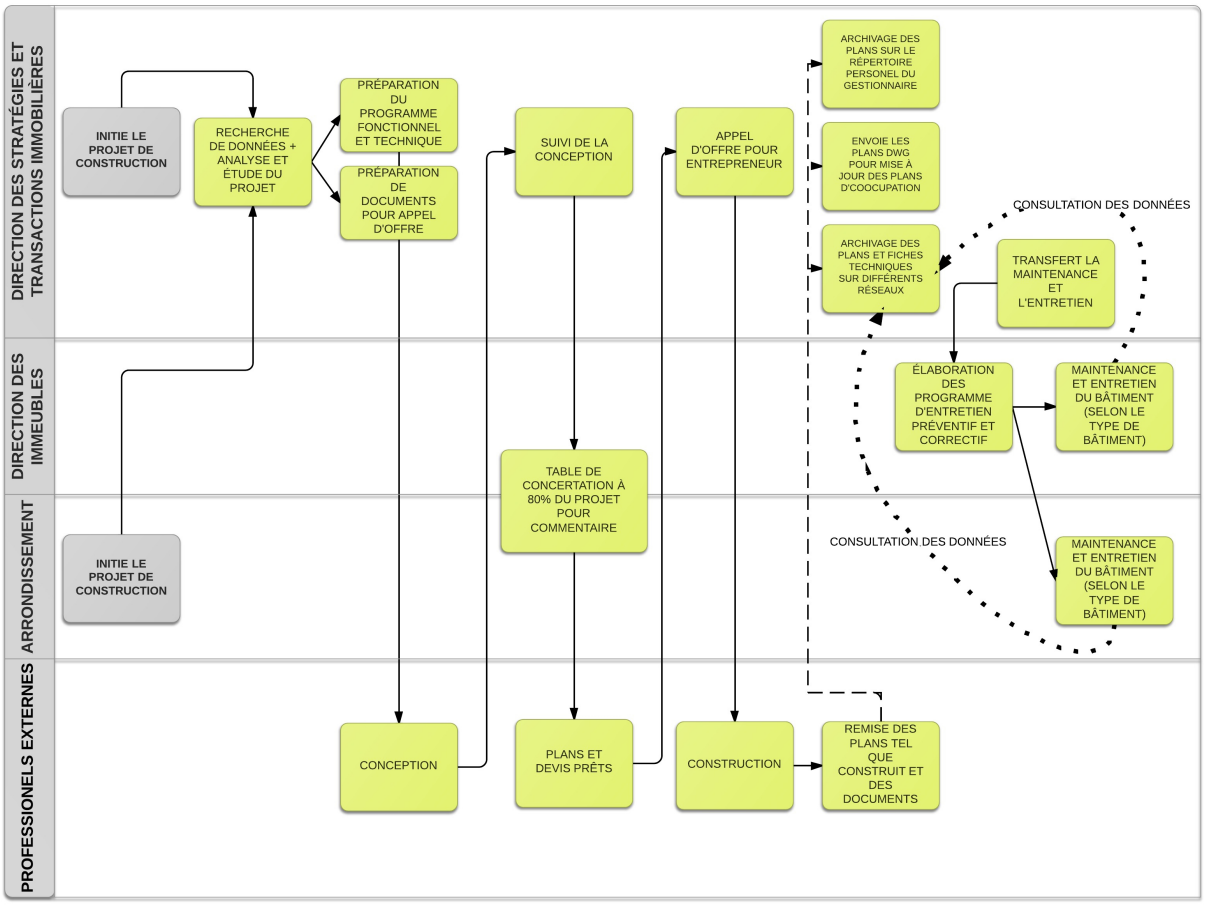

DIRECTION DES STRATÉGIES ET TRANSACTIONS IMMOBILIÈRES
DIRECTION DES IMMEUBLES
ARRONDISSEMENT
PROFESSIONELS EXTERNES
INITIE LE PROJET DE CONSTRUCTION
RECHERCHE DE DONNÉES + ANALYSE ET ÉTUDE DU PROJET
PRÉPARATION DU PROGRAMME FONCTIONNEL ET TECHNIQUE
PRÉPARATION DE DOCUMENTS POUR APPEL D'OFFRE
SUIVI DE LA CONCEPTION
APPEL D'OFFRE POUR ENTREPRENEUR
ARCHIVAGE DES PLANS SUR LE RÉPERTOIRE PERSONEL DU GESTIONNAIRE
ENVOIE LES PLANS DWG POUR MISE À JOUR DES PLANS D'COOCUPATION
ARCHIVAGE DES PLANS ET FICHES TECHNIQUES SUR DIFFÉRENTS RÉSEAUX
CONSULTATION DES DONNÉES
TRANSFERT LA MAINTENANCE ET L'ENTRETIEN
ÉLABORATION DES PROGRAMME D'ENTRETIEN PRÉVENTIF ET CORRECTIF
MAINTENANCE ET ENTRETIEN DU BÂTIMENT (SELON LE TYPE DE BÂTIMENT)
TABLE DE CONCERTATION À 80% DU PROJET POUR COMMENTAIRE
INITIE LE PROJET DE CONSTRUCTION
CONSULTATION DES DONNÉES
MAINTENANCE ET ENTRETIEN DU BÂTIMENT (SELON LE TYPE DE BÂTIMENT)
CONCEPTION
PLANS ET DEVIS PRÊTS
CONSTRUCTION
REMISE DES PLANS TEL QUE CONSTRUIT ET DES DOCUMENTS

Figure 4-3: Flux de travail/processus de gestion de projet d'envergure

Le processus illustré à la figure 4.3 représente le flux de travail impliquant les directions à l'étude. Les arrondissements peuvent entreprendre leur propre projet de construction ou de rénovation. Cependant lorsque le projet atteint un certain niveau de complexité ou de taille, cela revient à la DSTI de conduire ce projet à terme. À la fin du projet, le professionnel externe (architecte, ingénieur ou entrepreneur général) doit remettre les plans « tel que construit », les devis, les documents de garanties ainsi que les manuels d'entretien (l'archivage de ces documents sera présenté dans le prochain processus). Par la suite, la maintenance et l'entretien du bâtiment sont transférés à la Directions des Immeubles ou à l'arrondissement (selon le type du bâtiment).

Malgré ce qui est stipulé dans les contrats professionnels, la Ville a encore de la difficulté à recevoir les données complètes sur le bâtiment lors de la complétion du travail. De plus, l'archivage lors de la réception de ces documents (à des moments différents pour un même projet) ne se fait pas systématiquement dans le réseau de la Ville. Ainsi, la mise à jour des fonds de plan de l'existant n'est faite que pour les plans d'occupation et non pour les composantes électriques et mécaniques. Il devient donc difficile de consulter l'information sur une composante d'un bâtiment en particulier pour son entretien futur.

Par exemple, un col bleu est appelé à effectuer des réparations électriques dans un bâtiment X et on lui mentionne que le panneau électrique qui le concerne se trouve à un endroit Y. Rendu sur place, il constate qu'il y a un mur à cet endroit et que les couloirs ne concordent pas exactement avec le plan qu'on lui a fourni. Il perd donc du temps à chercher l'emplacement du panneau électrique en question. Vu cette faille, le gestionnaire en place développe son propre système en parallèle afin de maintenir ses données à jour pour effectuer ses planifications et ses tâches quotidiennes. Le système en place pour la gestion de l'information ne permet pas la centralisation de l'information ni de contenir les mises à jour de toutes les disciplines impliquées. De plus, lorsque la personne responsable du système en parallèle quitte, son système devient par le fait même désuet et délaissé. Il n'y a donc pas de continuité et de transfert des connaissances.

Un autre aspect important que l'on remarque dans ce processus est le peu d'implication de la part des directions responsables de l'entretien et de la maintenance du bâtiment en phase de conception du projet. En effet, ceux-ci sont consultés seulement à 80% du projet. Selon les données recueillies durant les entrevues, cette procédure ne favorise pas la collaboration et la vision à long terme en ce qui concerne l'exploitation du bâtiment. Les responsables de l'entretien et de la maintenance doivent se débrouiller par la suite dans leurs opérations usuelles.

Le processus d'archivage illustré à la figure 4.4 tente de démontrer le dédoublement de l'information et le manque d'intégrité des données. En effet, les informations sur le même bâtiment peuvent se trouver à la fois sur un répertoire personnel, sur différents répertoires en réseau et sur les documents-papiers dans les salles d'archives à la DSTI et à la DI. Selon les discussions durant les entrevues, un seul aspect de l'archivage des documents est complété rigoureusement; c'est-à-dire l'archivage sur un répertoire personnel de chacun et dans un « back-up », ce qui ne veut pas dire que c'est la meilleure façon de faire. Deux autres aspects existent selon la disponibilité de chacun et du niveau d'importance du projet. Le premier aspect est l'archivage des plans et devis dans le répertoire commun selon la nature du document (répertoire propre à la DSTI ou à la DI) et le deuxième est l'envoi des documents reçus à l'archiviste. Celui-ci classe les documents reçus selon une procédure prédéterminée mais ignore totalement quels sont les documents principaux à recevoir pour un certain projet. Ainsi, il n'y a pas de contrôle sur l'intégralité de l'information obtenue pour sur chacun des projets.

On note donc que l'aspect de la mise à jour des données est sélective (seuls les plans d'occupation pour la facturation annuelle sont mis à jour). Force est de constater qu'il est primordial de se tenir au courant de tous les projets et filtrer les projets de manière a identifier ceux qui pourraient toucher les différents aspects du travail de chacune des directions.

Il devient donc impossible d'avoir une vision d'ensemble d'un bâtiment et du portefeuille immobilier. Les informations archivées sont disparates et incomplètes car les projets sont en général des projets partiels. De plus, selon les répertoires du réseau, les informations sont parfois classées par numéro de bâtiment, parfois, par nom ou type de bâtiment ou, par numéro de contrat et de mandat.

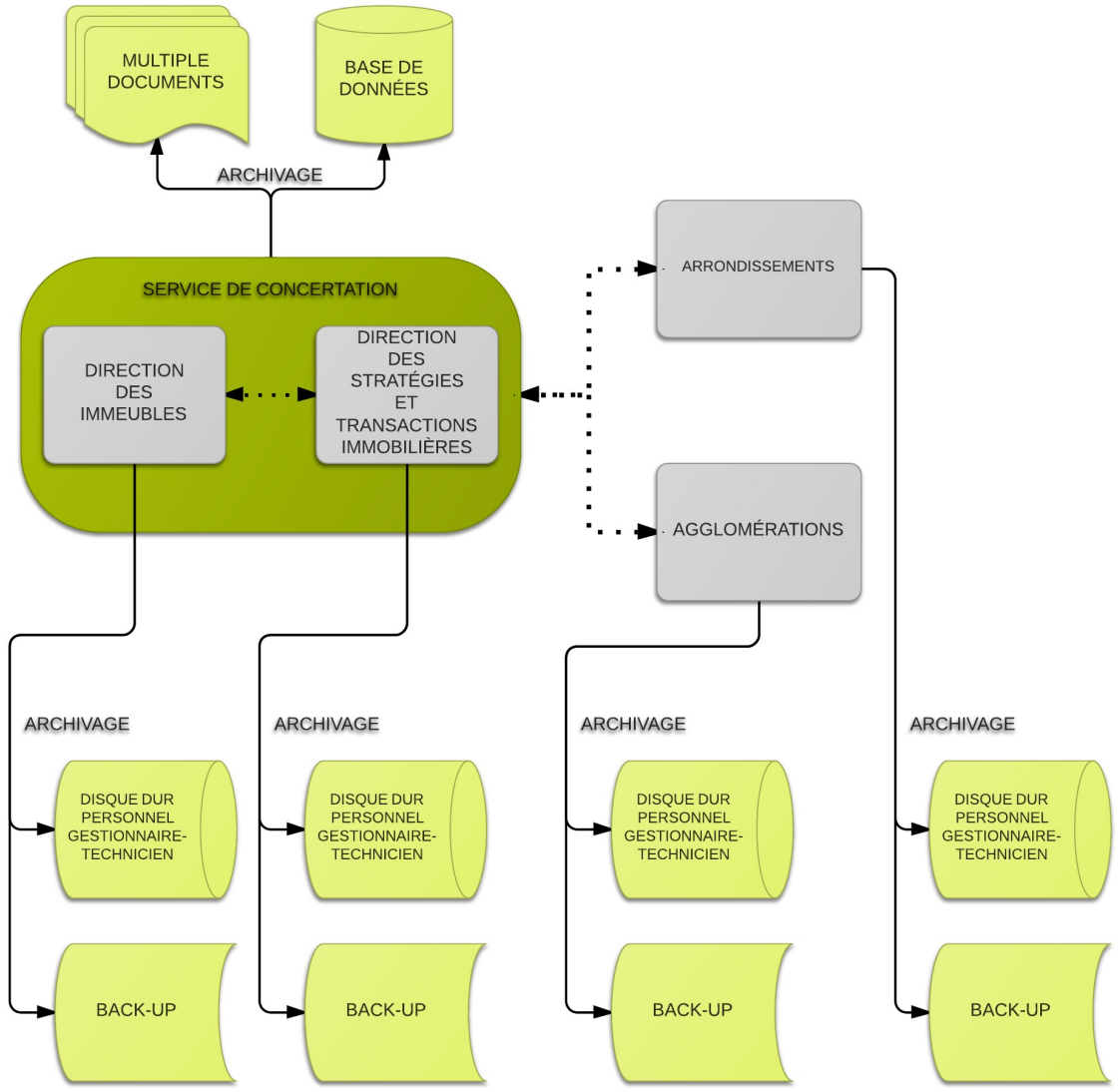


Figure 4-4: Processus d'archivage

La figure 4.5 tente de démontrer l'interrelation qui existe entre les tâches de deux directions. On note que l'une affecte l'autre et vice-versa. Cela renforce l'importance de centraliser l'information. Par exemple, les informations engendrées par la gestion de l'occupation et de la facturation annuelle peuvent fournir des données sur les superficies de plancher à entretenir que la DI peut utiliser dans sa planification des ressources à affecter pour ces types de tâches. Dans cet ordre d'idées, lors de l'entretien ou du remplacement de certaines composantes tels que les gicleurs, plusieurs services sont affectés; surtout celui de

la sécurité-incendie qui se doit de maintenir le bâtiment au niveau des normes actuelles en vigueur.

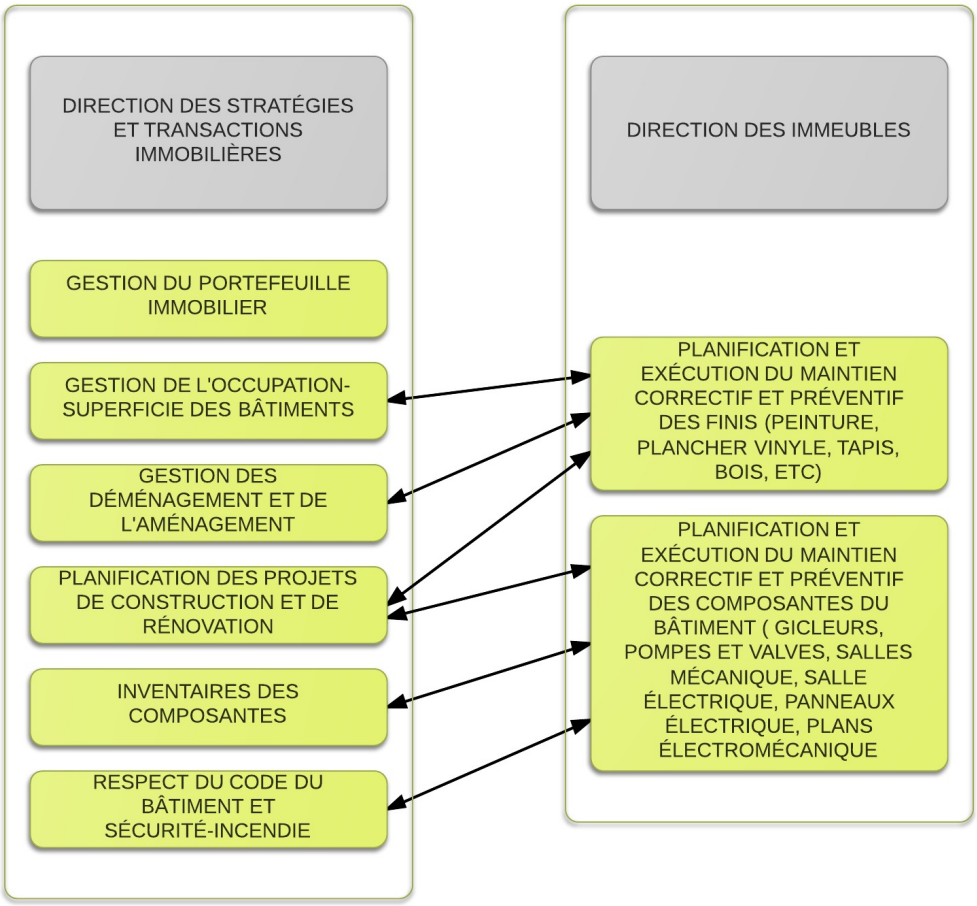

DIRECTION DES STRATÉGIES ET TRANSACTIONS IMMOBILIÈRES
GESTION DU PORTEFEUILLE IMMOBILIER
GESTION DE L'OCCUPATION-SUPERFICIE DES BÂTIMENTS
GESTION DES DÉMÉNAGEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT
PLANIFICATION DES PROJETS DE CONSTRUCTION ET DE RÉNOVATION
INVENTAIRES DES COMPOSANTES
RESPECT DU CODE DU BÂTIMENT ET SÉCURITÉ-INCENDIE
DIRECTION DES IMMEUBLES
PLANIFICATION ET EXÉCUTION DU MAINTIEN CORRECTIF ET PRÉVENTIF DES FINIS (PEINTURE, PLANCHER VINYLE, TAPIS, BOIS, ETC)
PLANIFICATION ET EXÉCUTION DU MAINTIEN CORRECTIF ET PRÉVENTIF DES COMPOSANTES DU BÂTIMENT (GICLEURS, POMPES ET VALVES, SALLES MÉCANIQUE, SALLE ÉLECTRIQUE, PANNEAUX ÉLECTRIQUE, PLANS ÉLECTROMÉCANIQUE

Figure 4-5: Synthèse des tâches et interrelations des données

En somme, plusieurs besoins touchant différents aspects de la gestion immobilière et de la gestion des équipements ont été identifiés dont :

a) un standard de classification et de hiérarchisation (au niveau des sites et de l'ensemble des bâtiments);
b) un standard de nomenclature (des immeubles, des étages, des locaux, des portes et fenêtres);

c) la localisation géo-spatiale des bâtiments et de ses composantes;
d) les plans d'étages et d'immeubles à jour (la fréquence de mise à jour, le format de stockage);
e) les procédures rigoureuses d'archivage en fin de projet (les plans, les documents, les devis, les manuels de maintenance et d'entretien, les plans de planification, les correspondances, les études et les photos);
f) les spécifications au contrat pour la gestion en BIM et le transfert des modèles BIM;
g) les normes de dessin;
h) les niveaux d'accès à l'information selon les intervenants;
i) la traçabilité des données;
j) la conservation et le transfert des connaissances;

Ces besoins sont primordiaux afin de centraliser l'information pour une meilleure gestion des données du bâtiment. Pour adresser cette liste de besoins, le système actuel ne peut fournir une solution adéquate.

4.3 Analyse des besoins et proposition d'une architecture BIM

Cette section tentera de proposer une réingénierie des processus illustrés précédemment en se basant sur les principes du BIM. Tout d'abord, les processus contiennent beaucoup d'étapes et emploient plusieurs outils et systèmes différents pour souvent obtenir le même résultat. Ainsi, les processus sont lourds et redondants à l'intérieur de chaque direction. Les systèmes et les outils employés ne sont pas utilisés à leur pleine capacité et souvent les utilisateurs s'en lassent et entreprennent de nouvelles avenues pour arriver à leurs fins. Conséquemment, le travail produit et l'information trouvée n'est pas diffusée à tous les intervenants, nourrissant ainsi une multiplication des documents et des données existantes. De plus, la multitude de systèmes qui sont employés fait en sorte que les étapes dans les

processus se multiplient. Cela est dû en grande partie à l'incompatibilité des différents formats de l'information produite et de l'information existante.

Deuxièmement, la production de données et les besoins en matière d'information sont similaires pour chaque direction dont l'information est liée au bâtiment. Cependant, chacune des directions suit ses propres normes et archive ses documents selon son besoin (travail en silo); les informations produites concernant le bâtiment ne sont que partielles. Le manque de normalisation dans les processus d'archivage et de dessin, contribue à la difficulté de rassembler et intégrer les informations sur une même base. De ce fait, la lacune de normalisation des méthodes joue un grand rôle dans la mauvaise communication pendant la diffusion de l'information relié au bâtiment et ses composantes.

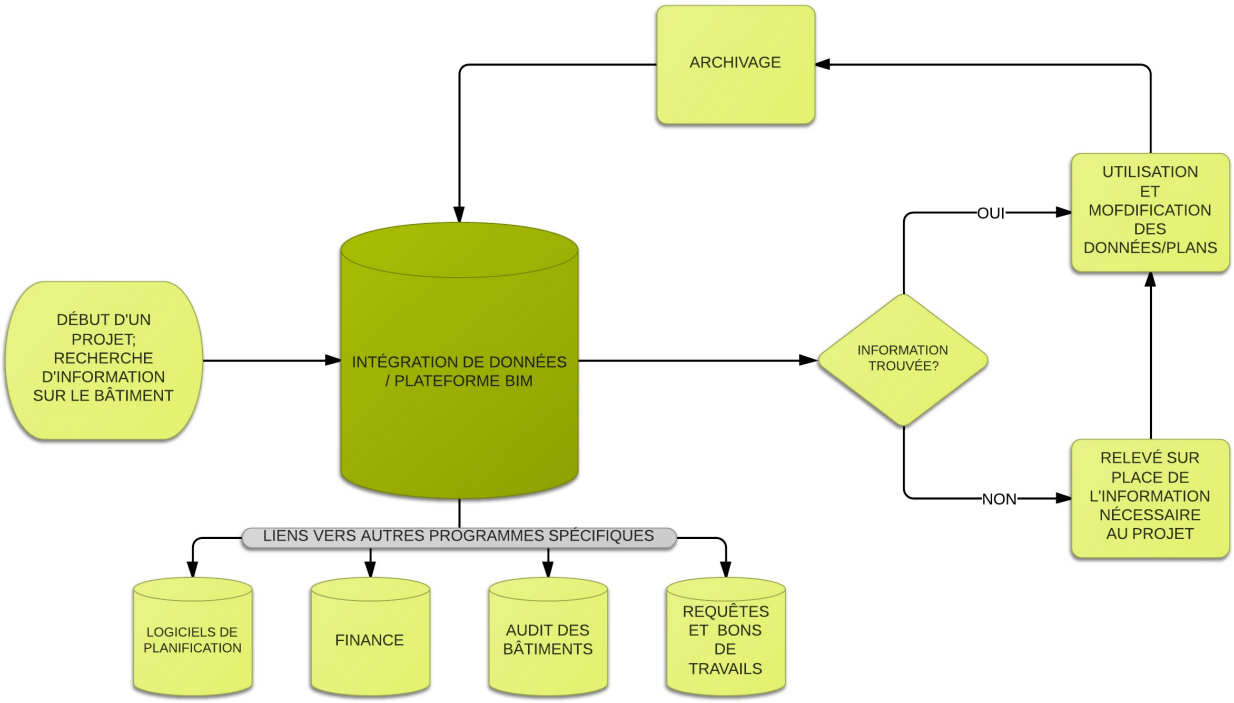


Figure 4-6: Processus de recherche de plan/information employant une plateforme BIM

Comme cité plus tôt, une plateforme basée sur le BIM optimiserait les processus liés à la gestion immobilière et à la gestion des équipements. En effet, la figure 4.6 illustre une diminution des étapes dans la recherche d'information ainsi que la réduction des outils et des systèmes destinés à la classification et la recherche de données. L'étape de la validation

n’existera plus car les données seront fiables et pertinentes. L’archivage sera fait de manière rigoureuse et l’information sera disponible aux personnes concernées et ne sera plus stockée sur les répertoires personnels, mais bien sur une plateforme accessible aux intervenants selon leur rôle et leurs responsabilités. En effet, les informations reliés à chaque bâtiment s’enrichiront au fur et à mesure que les informations partielles de chaque projet s’intègreront sur la plateforme. Les informations ne seront plus morcelées et stockées à divers endroits. Cette centralisation de données pourra offrir des liens vers des logiciels externes spécifiques à certaines tâches de la maintenance des bâtiments. Bien entendu, ce processus nécessitera un suivi rigoureux sur le maintien de ce modèle. Pour mettre en application ce processus, un grand engagement des dirigeants et une équipe de soutien au modèle devra être désignée.

La figure 4.7 propose un modèle BIM de gestion accessible à tous les intervenants selon leurs besoins. Comme expliqué ci-haut, l’archivage sur une plateforme intégrée éliminerait entre autre les doublons et la répétition des tâches. La diffusion de l’information serait aussi facilitée. Cette plateforme devra par contre être entretenue et mise à jour de façon régulière dans le but de maintenir l’information la plus à jour et la plus complète possible. L’information qui se trouve dans le modèle sera fiable, ainsi les équipes d’entretien et de maintenance pourront consulter et alimenter cette plateforme sans remettre systématiquement l’information trouvée en question.

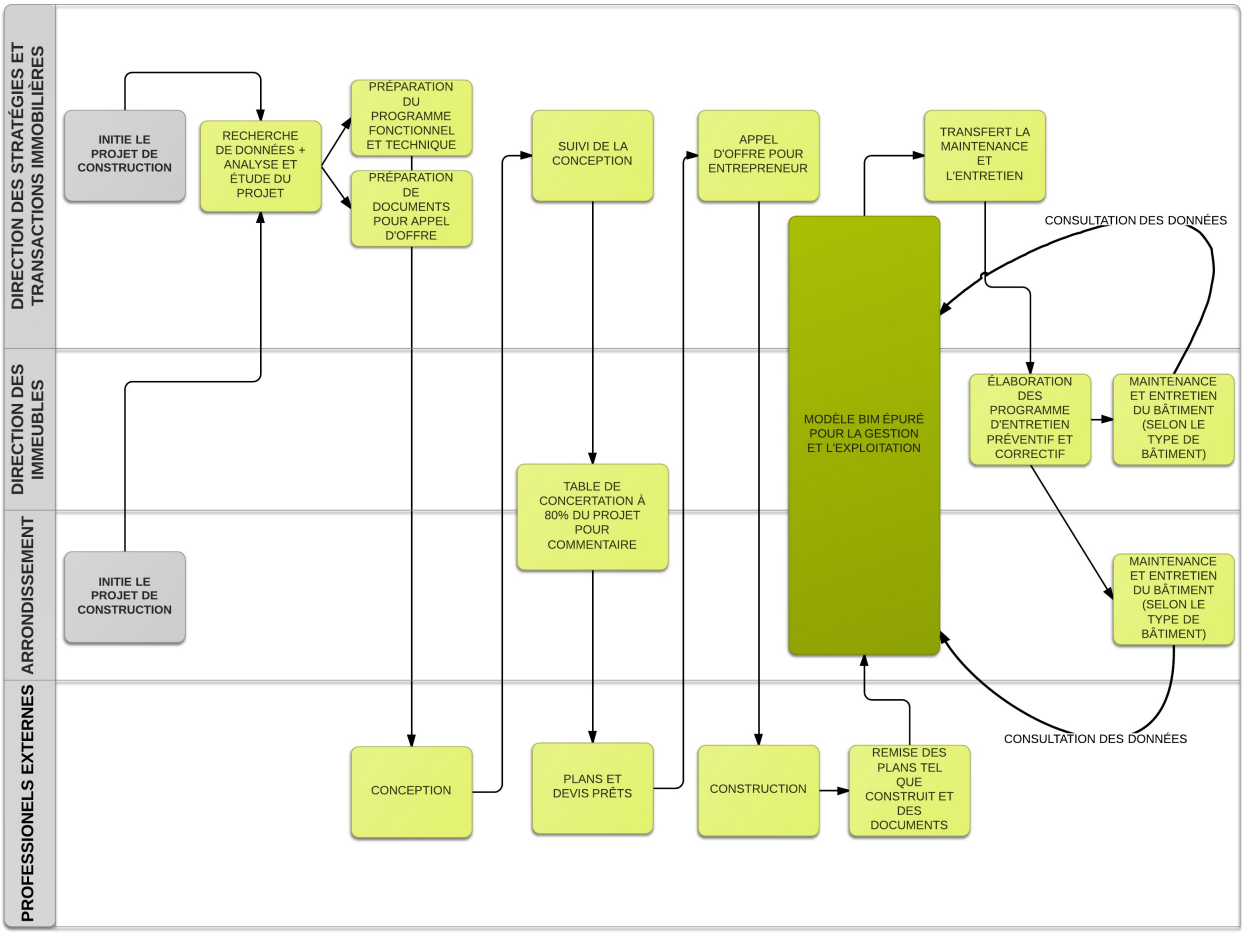

DIRECTION DES STRATÉGIES ET TRANSACTIONS IMMOBILIÈRES
DIRECTION DES IMMEUBLES
ARRONDISSEMENT
PROFESSIONELS EXTERNES
INITIE LE PROJET DE CONSTRUCTION
RECHERCHE DE DONNÉES + ANALYSE ET ÉTUDE DU PROJET
PRÉPARATION DU PROGRAMME FONCTIONNEL ET TECHNIQUE
PRÉPARATION DE DOCUMENTS POUR APPEL D'OFFRE
SUIVI DE LA CONCEPTION
APPEL D'OFFRE POUR ENTREPRENEUR
TRANSFERT LA MAINTENANCE ET L'ENTRETIEN
CONSULTATION DES DONNÉES
MODÈLE BIM ÉPURÉ POUR LA GESTION ET L'EXPLOITATION
ÉLABORATION DES PROGRAMME D'ENTRETIEN PRÉVENTIF ET CORRECTIF
MAINTENANCE ET ENTRETIEN DU BÂTIMENT (SELON LE TYPE DE BÂTIMENT)
TABLE DE CONCERTATION À 80% DU PROJET POUR COMMENTAIRE
INITIE LE PROJET DE CONSTRUCTION
MAINTENANCE ET ENTRETIEN DU BÂTIMENT (SELON LE TYPE DE BÂTIMENT)
CONSULTATION DES DONNÉES
CONCEPTION
PLANS ET DEVIS PRÊTS
CONSTRUCTION
REMISE DES PLANS TEL QUE CONSTRUIT ET DES DOCUMENTS

Figure 4-7: Flux de travail/processus de gestion de projet d'envergure

La figure 4.8 suggère un processus de mise à jour d'un modèle BIM entretenu et utilisé en phase d'exploitation du bâtiment. Pour faire suite au processus illustré ci-haut, lorsqu'un changement est effectué sur le bâtiment (construction, maintenance ou rénovation), le modèle ou le plan est systématiquement mis à jour. L'ancienne version changerait de statut et passera en mode « historique ». Le modèle modifié sera celui en vigueur et un avertissement sera transmis à tous les intervenants « inscrits » à ce bâtiment. La diffusion de l'information se trouvera ainsi simplifié et pertinente.

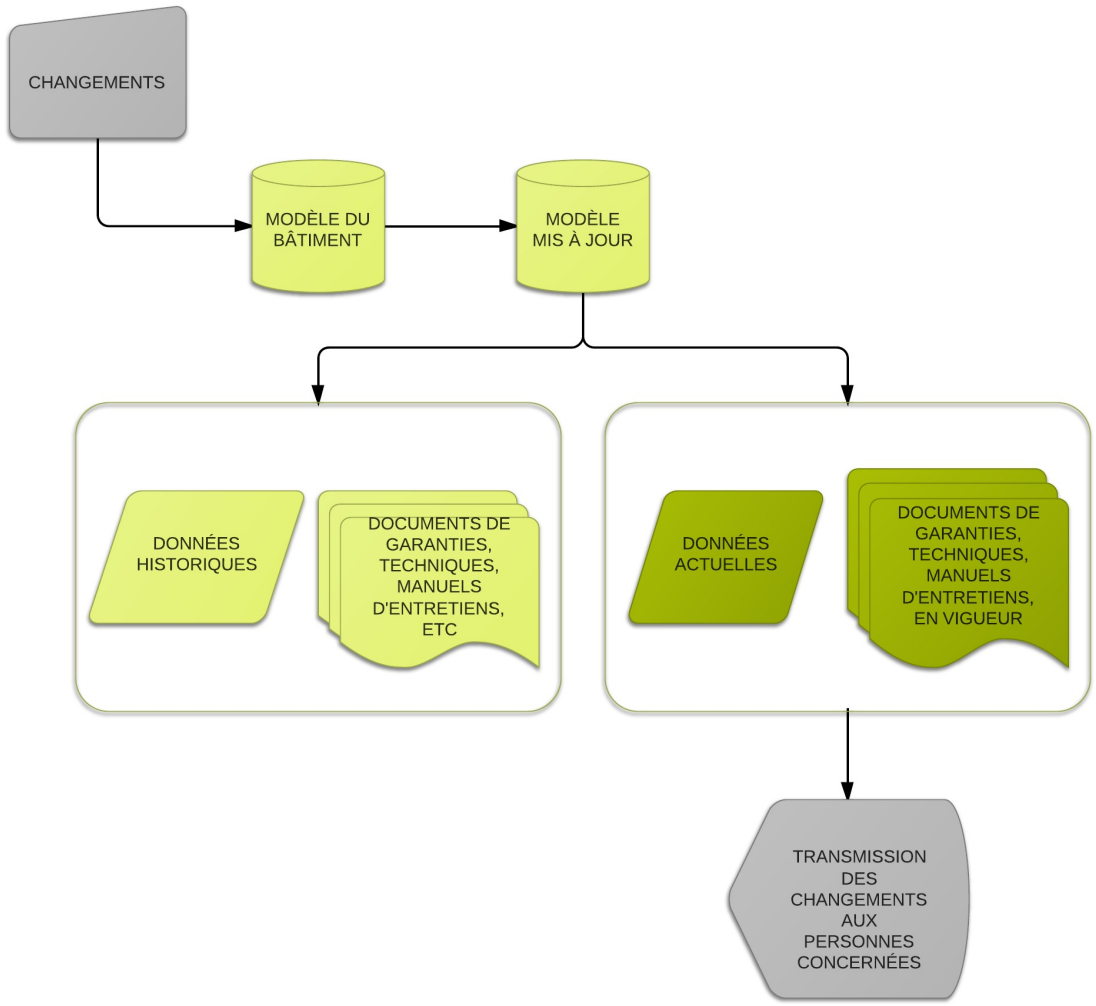

CHANGEMENTS
MODÈLE DU BÂTIMENT
MODÈLE MIS À JOUR
DONNÉES HISTORIQUES
DOCUMENTS DE GARANTIES, TECHNIQUES, MANUELS D'ENTRETIENS, ETC
DONNÉES ACTUELLES
DOCUMENTS DE GARANTIES, TECHNIQUES, MANUELS D'ENTRETIENS, EN VIGUEUR
TRANSMISSION DES CHANGEMENTS AUX PERSONNES CONCERNÉES

Figure 4-8: Processus de mise à jour d'un « modèle du bâtiment »

4.4 Plateformes et solutions sur le marché

Il existe quelques solutions sur le marché nord-américain en matière de gestion immobilière et de gestion des composantes du bâtiment (voir tableau 3). Les solutions présentes dans ce tableau comportent au moins trois aspects ou plus en matière de gestion du bâtiment; ces aspects sont identifiés à la suite des entretiens effectués à la Ville de Montréal et de la recherche des solutions existant sur le marché. Ceux-ci sont représentés par les critères dans le tableau 2. Il est à noter que chaque critère comporte différents niveaux de

détails et de gammes; par exemple, il est faux d'affirmer que toutes ces plateformes ont les mêmes niveaux et gammes de service en gestion de projet ou le même niveau d'intégration des données.

On dénote également dans ce tableau que certaines plateformes offrent une solution plutôt complète (Archibus, ArchiDATA, FM :Systems) tandis que d'autres offrent des solutions beaucoup plus spécifiques à un aspect particulier du bâtiment (ex: Planon beaucoup plus centré sur la planification et Ecodomus sur les modèles 3D visant la simulation énergétique). Finalement, il y a celles qui requièrent les services d'une tierce partie (PenbaySolutions qui requiert Archibus et Tririga). Il est aussi important de comprendre la manière dont le service est fourni selon la plateforme proposée. Par exemple, FM :Systems est une solution destinée aux professionnels (surtout aux architectes) afin que ceux-ci puissent offrir les services de gestion du bâtiment aux propriétaires immobiliers (Geomap, 2012). ArchiDATA opte pour une approche différente et offre une plateforme aux propriétaire immobiliers; ceux-ci fournissent directement les informations reçues des professionnels afin d'alimenter la plateforme en information du bâtiment.

De plus, au moment de la recherche sur ces plateformes, plusieurs aspects de ces solutions étaient inaccessibles ou manquantes. Il est donc difficile de confirmer si certains critères sont bel et bien remplis et si la solution offre les services mentionnés avec une réelle rigueur. En effet, certaines plateformes mentionnent la « gestion des données pour la maintenance préventive »; ceci ne veut pas nécessairement dire qu'elles gèrent à la fois les plans « tel que construit », les manuels d'entretien des composantes électromécaniques, leur localisation exacte ainsi que les devis qui s'y rattachent. D'ailleurs, les différents sites internet ont été consultés à plusieurs reprises sur une période de 1 an et une évolution a été notée : certaines plateformes n'offraient pas auparavant une interface sur le web; mais la majorité de celles-ci l'offrent en date du 17 avril 2013. Malgré que ce tableau ne démontre pas toutes les forces et faiblesses des plateformes existantes, il jette cependant un premier regard intéressant sur l'offre existante du marché.

Table 6: Plateformes sur le marché nord-américain

	Interface WEB	Gestion du portefeuille immobilier	Intégration des données	Gestion des "plans tel que construit"	Gestion des composantes électro-mécaniques	Gestion de l'occupation des espaces	Gestion de projets de construction	Gestion des documents et manuels d'entretien	Moteur de recherche	Visualisation 3D
Archibus	x	x	x		x	x	x		x	x
ArchiDATA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ecodomus	x	x	x		x		x			x
FM:Systems	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Onuma	x	x	x	x	x	x	x			x
PenbaySolutions		x	x	x	x	x	x		x	x
Planon		x	x		x	x	x	x		

La majorité de ces solutions ne répond qu'en partie aux besoins cités plus tôt. En effet, il existe une multitude de plateformes BIM en construction, toutes intégrées et aptes à être utilisées pour des simulations énergétiques, pour la planification, pour extraire des quantités; ces plateformes renferment donc une multitude de données sur le bâtiment. En revanche, ces données doivent être transférées et utilisables dans les phases d'opération et d'exploitation du bâtiment. De plus, celles-ci ne sont applicables qu'aux nouvelles constructions ou rénovations. Dans le cas de la municipalité, la quasi-totalité de son parc immobilier est existant et la majorité des données sur le bâtiment est en 2D. Le bassin de solutions adaptées au contexte de la municipalité est ainsi beaucoup plus restreint.

Des logiciels passerelles comme Codebook peuvent lire des documents BIM; cependant, il serait nécessaire de transformer tout le parc immobilier en 3D avec un logiciel de modélisation BIM. Le temps et les ressources nécessaires pour ce type d'implantation seraient pour l'instant trop coûteux pour un retour sur investissement acceptable. Il existe également les services du « Cloud computing» qui faciliteraient les flux de données dans la municipalité et plusieurs logiciels de gestion documentaire pour gérer les documents en lien avec le bâtiment. Un modèle BIM monté à partir des informations 2D comportant des liens

vers des plans d'archives et de documents sur un « Cloud » serait une solution viable pour les besoins actuels de la municipalité.

Cependant, en ayant un parc immobilier d'envergure, la municipalité se doit de prioriser le type de données à modéliser, à gérer et à mettre à jour en tenant compte de ses capacités actuelles en termes de ressources financières, humaines, de temps et en fonction de sa structure organisationnelle.

CHAPITRE 5

SOLUTIONS ET STRATÉGIES DANS L'IMPLANTATION D'UNE PLATEFORME BIM

Pour terminer, des recommandations en lien avec les pratiques et les processus du 2e partenaire (ArchiDATA) viseront à atteindre le but final de ce projet: une approche optimale dans l'utilisation des technologies basées sur le BIM chez un client public. Tout d'abord, à la lumière des besoins cités au chapitre 4, des solutions en ligne d'ArchiDATA optimiseront le flux des données tout en minimisant l'impact sur l'organisation actuelle du travail à la Ville de Montréal. Ensuite, des recommandations et des pistes de réflexion seront mises de l'avant pour la considération des facteurs humains, de la structure organisationnelle et de la courbe d'apprentissage requise.

5.1 Les solutions en-ligne d'ArchiDATA

Plusieurs besoins touchant différents aspects de la gestion immobilière et la gestion des équipements ont été identifiés. La solution d'ArchiDATA pourra répondre à ces besoins; cependant le support de la direction est nécessaire à une implantation réussie.

Besoin #1 : une norme de classification et de hiérarchisation (au niveau des sites et de l'ensemble des bâtiments);
Besoin #2 : une norme de nomenclature (des immeubles, des étages, des locaux, des portes et fenêtres);
Besoin #3 : la localisation géo Spatiale des bâtiments et de ses composantes;
LE MODULE « INTRANET DU BÂTIMENT »

L'intranet du bâtiment proposé par ArchiDATA regroupe plusieurs modules tels que la gestion des espaces, la gestion du portefeuille immobilier, la gestion de la location ainsi que la gestion des ressources. L'intranet du bâtiment est organisé de sorte que la hiérarchie

des différents espaces est bien définie et que la nomenclature de ces espaces est uniforme à travers le portefeuille immobilier. La visualisation de l'ensemble des bâtiments sur une carte et sur Google Earth sert également à la navigation à travers le site.

L'implantation pourra s'effectuer par type de gestion. En effet, afin d'établir une base adéquate, la gestion des espaces pourra s'effectuer en premier lieu. La priorisation des bâtiments important à implanter sera la première réflexion des gestionnaires à la Ville. Cette étape franchie, d'autres éléments de gestion pourront s'y rattacher; c'est-à-dire la gestion des ressources tels que les locaux et les portes, le personnel et les postes de travail, les composantes électromécaniques ou les objets de télécommunication. Il s'agit ici de construire l'enveloppe afin de garnir l'intérieur du bâtiment.

Besoin #4 : les plans d'étages et d'immeubles à jour (la fréquence de mise à jour, le format de stockage);
Besoin #5 : les procédures rigoureuses d'archivage en fin de projet (les plans, les documents, les devis, les manuels de maintenance et d'entretien, les plans de planification, les correspondances, les études et les photos);
LE MODULE DE LA « SALLE DE PLAN VIRTUELLE »

La salle de plan virtuelle gère l'archivage des plans, des documents, des photos et des devis reliés à divers projets du bâtiment dans le temps. De plus, il identifie les plans les plus récents servant à la gestion des espaces. Ce module est doté d'un moteur de recherche sophistiqué permettant de retrouver un plan à partir d'une information concernant un bâtiment, un étage, un émetteur, une date, une discipline, etc. Il est également relié à l'intranet du bâtiment. Ainsi, l'utilisateur aura au bout de quelques clics de souris une information du bâtiment enrichie qui était impossible d'obtenir auparavant. Un des concepts du BIM est illustré avec ce processus : tous les éléments du bâtiments sont inter-reliés.

Besoin #6 : les spécifications au contrat pour la gestion en BIM et le transfert des modèles BIM;
Besoins #7 : les normes de dessin et de modélisation
Services de consultation professionnelle sur les normes internationales (CAD et BIM, IFC)

Afin de bien classifier et organiser l'information produite par les tiers partis en matière de données du bâtiment, le respect des normes nationales et internationales est de mise. Les solutions qu'offrent ArchiDATA sont organisées et structurées de manière à ce que ces normes soient respectées afin que les différents modules puissent être exploités de manière optimale. Ces normes doivent être stipulés et exigés au contrat de construction. Le donneur d'ouvrage (la Ville) doit être en mesure de renforcer ces exigences et pouvoir récupérer des données complètes et organisées de sorte que les informations puissent être extraites et utilisées après la livraison du projet de construction.

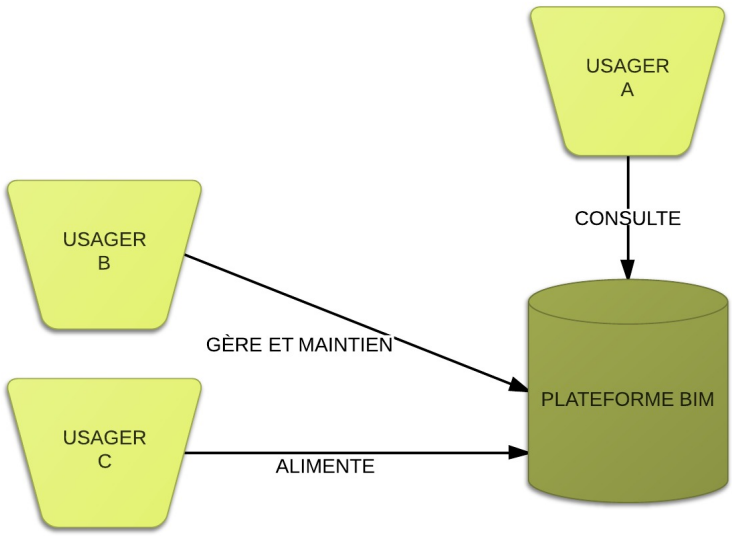


Figure 5-1: Types d'utilisateur

Besoin #8 : les niveaux d'accès à l'information selon les intervenants;
Besoin #9 : la traçabilité des données;
Besoin #10 : la conservation et le transfert des connaissances;
LA PLATEFORME « D'OPTIC-EN-LIGNE »

Puisqu'ArchiDATA est une solution en-ligne et conçue manière à recevoir un nombre illimité d'utilisateurs, celle-ci est aussi dotée d'une fonction de sécurité selon le type d'usagers. Il existe donc 3 grands types d'usagers (figure 5.1); ceux qui gèrent et modifient les données, ceux qui alimentent le système en données et ceux qui consultent l'information. Ainsi, il est possible de retracer les données téléchargées sur le système et ses utilisateurs. D'ailleurs, puisque l'information est centralisée, il n'y a aucune perte d'information lorsque quelqu'un dans l'entreprise quitte.

5.2 Discussion

Il est bien évident que la technologie aide à répondre aux besoins cités dans les derniers chapitres. Cependant, le facteur humain joue un grand rôle dans le succès d'une implantation TI au sein d'une organisation. Tout d'abord, l'alignement stratégique d'une entreprise doit se faire à tous les niveaux de la structure organisationnelle. Le support de la direction doit être également présent à toutes les étapes de l'implantation. Il ne faut donc pas ignorer le niveau d'adaptation et une certaine résistance au changement. La technologie ne pourra pas être déployée efficacement si les gens qui devront l'employer ne veulent pas l'adopter.

Le système que suggère ArchiDATA minimise l'impact sur l'organisation du travail actuel des employés; ceux-ci pourront continuer à chercher les informations selon leurs habitudes (par # de bâtiment, par # de projet, par # de mandat, par numéro de contrat ou même par nom de bâtiment). En effet, toutes ces informations seront intégrées et liées ensemble de manières à garnir le plus possible les données sur le bâtiment. L'interface de l'usager sera simple à comprendre similaire à la navigation sur Internet. La visualisation des

bâtiments se fera sur une couche privée sur Google Earth, un outil déjà largement exploité par la quasi totalité des employés.

Cependant, afin de maintenir cette plateforme, il est nécessaire de désigner une petite équipe chargée d'assurer la coordination autant à l'interne qu'à l'externe. La figure 11 démontre les différents types d'utilisateurs. La Ville doit donc identifier et regrouper ces utilisateurs afin de leur offrir des séances de formation adaptée à leurs besoins (ceux qui consultent les informations et alimentent le système). Il est extrêmement important de désigner une personne ressource qui fera le pont entre ArchiDATA et les utilisateurs à la Ville. Cette personne sera surtout en charge de fournir les plans et les informations pertinentes à archiver et à mettre à jour mais aussi s'assurer de la véracité des données intégrées.

CONCLUSION

De grands enjeux technologiques, organisationnels et procéduraux sont présents dans l'implantation d'une plateforme BIM pour le Service de la Concertation des Arrondissements et des ressources matérielles et roulantes de la municipalité. Premièrement, l'infrastructure des systèmes informatiques actuels doit être en mesure d'accueillir une telle technologie. Un coût est relié à la modernisation ou à une mise à niveau des systèmes en place afin de rendre possible la production, le traitement, la documentation et l'échange de données reliés au modèle BIM. Il est de mise d'établir de manière concise les types de données et de documents qui seront archivés et ceux qui seront mis à jour périodiquement. De plus, la migration et l'intégration des données du système existant vers cette plateforme doivent se faire de manière à ce que l'intégrité des données, l'interopérabilité avec les intervenants externes ainsi que les autres services touchant le bâtiment soient conservés. De ce fait, l'enjeu technologique touche non seulement l'environnement interne, mais aussi celui externe de la municipalité dans l'implantation de la plateforme BIM.

Deuxièmement, la structure organisationnelle actuelle du Service de la Concertation des Arrondissements et des ressources matérielles et roulantes de la municipalité doit être modifiée afin que la plateforme BIM soit intègre et fiable. En effet, cette plateforme comportera plusieurs types d'usagers; ceux qui alimenteront la plateforme en données, ceux qui gèreront et maintiendront la plateforme à jour et finalement, ceux qui consulteront les informations. La nécessité d'une formation adéquate et façonnée selon les tâches et les responsabilités de chaque type d'usager est primordiale dans l'implantation et le déploiement de cette technologie. Le succès d'une implantation dépend grandement de la capacité et l'habileté de chacun des types d'usagers à utiliser et à exploiter la nouvelle plateforme. Ainsi, une équipe de support ayant l'expertise et la compréhension des modèles et de la plateforme BIM doit être mise en place afin d'assurer sa pérennité. Conséquemment, l'organisation du travail devrait se faire de sorte que les procédures et processus soient suivis afin que les bonnes données soient créées, transmises à la bonne personne et stockées aux bons endroits.

Finalement, les flux de travail et de données doivent être révisés afin de supporter et renforcer la modification créée dans la structure du Service de la Concertation des Arrondissements et des ressources matérielles et roulantes. En effet, le déploiement de cette technologie du bâtiment touche plusieurs directions dans le Service; ainsi, les différents processus doivent être revus afin de faciliter le flux de données à l'intérieur d'une direction et entre les directions. De plus, les professionnels à l'externe (les architectes et les ingénieurs) doivent revoir leurs processus en termes de flux de données et travailler avec une plus grande collaboration avec les directions de la municipalité. La remise des modèles et le transfert des informations doivent se faire avec rigueur et ponctualité en fin de projet; le respect des normes doit être spécifié dans les contrats.

Malgré que les plus importants bénéfices du BIM soient en gestion immobilière (Gallaher et coll. 2004), une des grandes problématiques actuelles est l'absence ou le peu d'expertise en construction et en gestion immobilière pour accompagner les gestionnaires et les propriétaires immobiliers, ainsi que les donneurs d'ouvrage à effectuer des choix éclairés comme dans les autres industries (ressources en architecture organisationnelle, analyse d'affaires et architecte de système). « Comme le soulignait Winch (2010), la recherche en génie de la construction ne s'intéresse encore que très peu à la dimension « client », pourtant considérée comme essentielle à l'adoption du BIM par l'industrie » (Eastman et coll. 2008).

Les technologies associées au BIM sont de nature disruptive, c'est-à-dire qu'elles exigent de repenser l'organisation du travail autour de ces nouveaux outils. Contrairement aux autres industries, on ne retrouve pas en construction les disciplines reliées à cette problématique (architecte organisationnel, analyste d'affaires, intégrateur informatique). Il existe un besoin réel de générer de nouvelles connaissances pour combler ce vide dans l'intégration des technologies en construction, particulièrement du côté du client.

RECOMMANDATIONS

Ce projet a permis de mieux comprendre la complexité et la dynamique des changements d'ordre technologique, organisationnel et procédural présentes chez un grand propriétaire public pour l'adoption du BIM. Plusieurs constats d'ordre sociologique, managérial et structurel ont été identifiés. Cependant, ces problématiques vont au-delà de la portée de ce projet et ne pourront être traitées en profondeur dans le cadre de cette analyse. De plus, lors de la période de collecte de données, un remaniement de poste et une restructuration ont été effectués, chose qui n'est pas étrangère à l'organisation. La cartographie des flux de travail et de données reflète le moment où ces données ont été recensées.

La recherche visait à explorer le volet organisationnel de l'implantation d'une plateforme BIM chez un grand donneur public afin de dégager les grandes problématiques auxquelles ces derniers sont confrontés de manière à prendre la décision d'intégrer le BIM à leur modèle d'affaires. Elle a mis en relief l'envergure et la complexité de prendre une telle décision pour ce type d'organisation. Cependant, cette recherche demeure exploratoire. Des travaux de recherche sont encore nécessaires pour mieux comprendre les dimensions non seulement technologiques, mais aussi organisationnelles et procédurales accompagnant l'intégration du BIM dans les pratiques d'affaires. Il faut aussi justifier et prouver les bénéfices potentiels du BIM pour la gestion immobilière. Le développement de normes de dessin et de modélisation ainsi que l'ajustement des documents d'appel d'offres et des modes contractuels sont aussi nécessaires pour faciliter l'arrimage des données avec les fournisseurs, les consultants et les professionnels (architectes et ingénieurs).

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ArchiDATA, website http://www.archidata.com, visited January 2013

CLARK. Andrew M., ATKIN, Brian L., BETTS, Martin P., SMITH, David A. Benchemarking the use of IT to support supplier mgmt in construction, ITCon Vol. 4 1999

CodeBook, website http://www.codebookinternational.com, visited January 2013

Cooperative Research Centre for Construction Innovation. 2007. *Adopting BIM for Facilities management, Solution for managing the Sydney Opera House.* Cooperative Research Centre for Construction Innovation, Brisbane, Qld, Australia.

Eastman, C., P. Teicholz, Sacks, R., Liston K., 2008. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, USA.

Forgues, D., Staub-French, S. Tahrani, S., Barak, H. (2011). *Improving efficiency and productivity in the construction sector through the use of information technologies (phase 1)*. Montreal, CEFRIO: 112 p.

Furneaux, Craig and Kivvits, Robbie. 2008. *BIM – implications for government*. CRC for Construction Innovation, Brisbane.

Gallaher, M. P., O'Connor, A. C., Dettbarn, J. L. Jr, Gilday, L. T., 2004. *Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry.* US Dept. of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology.

Heilmeir B., Klebl G.*, New software system for precast element design and production planning*, BFT INTERNATIONAL, Germany, Austria, 2012

Henderson, J.C. and Venkatraman, N. 1999. Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journals*, Vol38, Nos 2&3

Kang J., Ganapathi A., J. Lee & V. Faghihi, BIM to field: Robotic total station and BIM for quality control, *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction – Gudnason & Scherer*, 717-722

Sanguinetti P., Abdelmohsen S., Lee J.M., Lee J.K., Sheward H., Eastman C., General system architecture for BIM: An integrated approach for design and analysis, *Advanced Engineering Informatics,* 26, 2012, 317-333

BIBLIOGRAPHIE

Ashcraft, H. W. 2008. Building Information Modeling: A Framework for Collaboration. The *Construction Lawyer*, 28

Becerik-Gerber, B. et al. 2012. Application Areas and DATA Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 431-442.

Cooperative Research Centre for Construction Innovation. 2007. *Adopting BIM for Facilities management, Solution for managing the Sydney Opera House.* Cooperative Research Centre for Construction Innovation, Brisbane, Qld, Australia.

CRC for Construction Innovation. 2007. *Business Drivers for BIM*. CRC for Construction Innovation, Brisbane.

Davenport,T.H. 1993. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Harvard Business School Press.

Eastman, C., P. Teicholz, et al. 2008. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.* John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, USA.

Forgues, D., Staub-French, S. Tahrani, S., Barak, H. (2011). *Improving efficiency and productivity in the construction sector through the use of information technologies (phase 1)*. Montreal, CEFRIO: 112 p.

Furneaux, Craig and Kivvits, Robbie. 2008. *BIM – implications for government*. CRC for Construction Innovation, Brisbane.

Gallaher, M. P., R. E. Chapman, et al. 2004. *Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry.* US Dept. of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology.

Gökçe, H.U. et Gökçe, K.U. 2012. Integrated system architecture for optimised building operations. *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction – Gudnason & Scherer* .165-169

GSA, 2011. *GSA BIM Guide for Facility Management,* U.S. General Services Administration, Washington, DC, USA

Heilmeir B., Klebl G.*, New software system for precast element design and production planning*, BFT INTERNATIONAL, Germany, Austria, 2012

Henderson, J.C. and Venkatraman, N. 1999. Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journals*, Vol38, Nos 2&3

Jung, Y. et Joo, M. 2011. Building information modeling (BIM) framework for practical implementation, *Automation in Construction*, 20:126–133

Kang J., Ganapathi A., J. Lee & V. Faghihi, BIM to field: Robotic total station and BIM for quality control, *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction – Gudnason & Scherer*, 717-722

Linderoth, H. C. J. 2010. Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks. *Automation in Construction*, 19, 66-72.

Mäkeläinen, Hyvärinen T. J. & Peura J. 2012. BIM practices and challenges framed – an approach to systemic change management, *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction – Gudnason & Scherer,* 497-504

Mayo, G. Giel, B. and Issa R.R.A. 2012. *BIM Use and Requirements among building owners*, Computing in Civil Engineering, ASCE, 349-356.

McAuley, B. Hore, A.V. et West, R. 2012. Implementing Building Information Modeling in Public Works Projects in Ireland. *9th European Conference on Product and Process Modelling*, Reykjavik, July 25 – 27th 2012

MCGrawHill 2009. *Building Information Modeling (BIM): Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity*. SmartMarketReport. New York: 48.

Parker, M. M., R. J. Benson, et al. 1988. *Information economics: linking business performance to information technology*, Prentice Hall.

Pramod R. K. 2012. *BIM for Owners and Developers: Making a Business Case for Using BIM on Projects,* John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA

Sampaio, A.Z. Gomes, A.R. et Santos, J.P. 2012. Management of building supported on virtual interactive models: construction planning and preventive maintenance. *ITcon,* 17:121-134

Sanguinetti P., Abdelmohsen S., Lee J.M., Lee J.K., Sheward H., Eastman C., General system architecture for BIM: An integrated approach for design and analysis, *Advanced Engineering Informatics,* 26, 2012, 317-333

Shen, W. Hao, Q. et al. 2010. Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review. *Advanced Engineering Informatics* 24:196–207.

The Computer Integrated Construction Research Program. 2012. *BIM Planning Guide for Facility Owners*. The Computer Integrated Construction Research Program. The Pennsylvania State University.

Walton, R. E. 1989. *Up and running integrating information technology and the organization.* Boston, Mass., Harvard Business School Press.

Wong, A.K.D. Wong, K.W.F. et Nadeem, A. 2009. *Comparative roles of major stakeholders for the implementation of bim in various countries*. Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University Hong Kong.

Yin, R. K. 2003. *Case Study Research - Design and Methods*. London, International Educational and Professional Publisher.